

51
44
T. TARAMELLI

I TRE LAGHI

STUDIO GEOLOGICO OROGRAFICO

CON CARTA GEOLOGICA



MILANO
DITTA ARTARIA DI NERO, SACCHI E FIGLI.

T. TARAMELLI

I TRE LAGHI

STUDIO GEOLOGICO OROGRAFICO

con carta geologica



MILANO

DITTA ARTARIA DI FED. SACCHI E FIGLI

1903.

~~~~~  
PROPRIETÀ ARTISTICA E LETTERARIA RISERVATA.  
~~~~~

6511.44

Terminata la stampa il 15 luglio 1902
nello STABILIMENTO D'ARTI GRAFICHE A. BERTARELLI & C. — Milano

All'Onorevole Signor Senatore Comm. GAETANO NEGRI

ILLUSTRE SIGNORE,

Poichè Ella me ne diede licenza, io mi onoro di dedicare a Lei questo mio scritto e la Carta geologica annessa, che sono destinati a far conoscere ai non geologi una regione delle più amene ed industriali, dal punto di vista dell'origine dell'orografia di essa regione. È un saggio di geologia continentale, quale fu definita dallo Stoppani. I più importanti elementi di questo studio furono tratti da quella così geniale descrizione geologica dei dintorni di Lugano e di Varese, della quale la S. V. fu attivo collaboratore, insieme all'ing. Emilio Spreafico, tanto presto rapito alla scienza ed agli amici.

Sono scorsi più di sei lustri; ma non dubito che Ella ancora si compiaccia di quella vittoria nel campo di una scienza, la quale, abbandonata ma non persa di vista dappoi, Le ha fornito non pochi concetti, che la S. V. seppe collegare con ampia erudizione e con mente robusta alle considerazioni del filosofo, dello storico e del sociologo.

Il presente lavoro tratta di una regione a Lei cara; questa regione ad entrambi richiama alla memoria, oltre all'amico Emilio, il comune maestro, che abbiamo sempre nel cuore, l'ottimo Abate Antonio Stoppani. Epperò io spero che la S. V. sarà per gradire l'omaggio doveroso, che io Le rendo in riconoscimento del merito distinto, che Ella si acquistava collaborando a quello studio, che rimase nella letteratura geologica italiana come modello assai prezioso. Le scienze geologiche da quel tempo fecero progressi mirabili, in particolare per

la petrografia; ma attendiamo tuttora di vedere riacceso quell'ardore di ricerche, del quale erano animati quei primi illustratori della geologia lombarda; sebbene in questi ultimi anni assai lodevolmente gli studiosi addetti al Museo Civico di Milano ed alcuni valenti giovani bresciani abbiano gareggiato col personale dell'Istituto geologico pavese nell'illustrare i terreni ed i fossili della Lombardia.

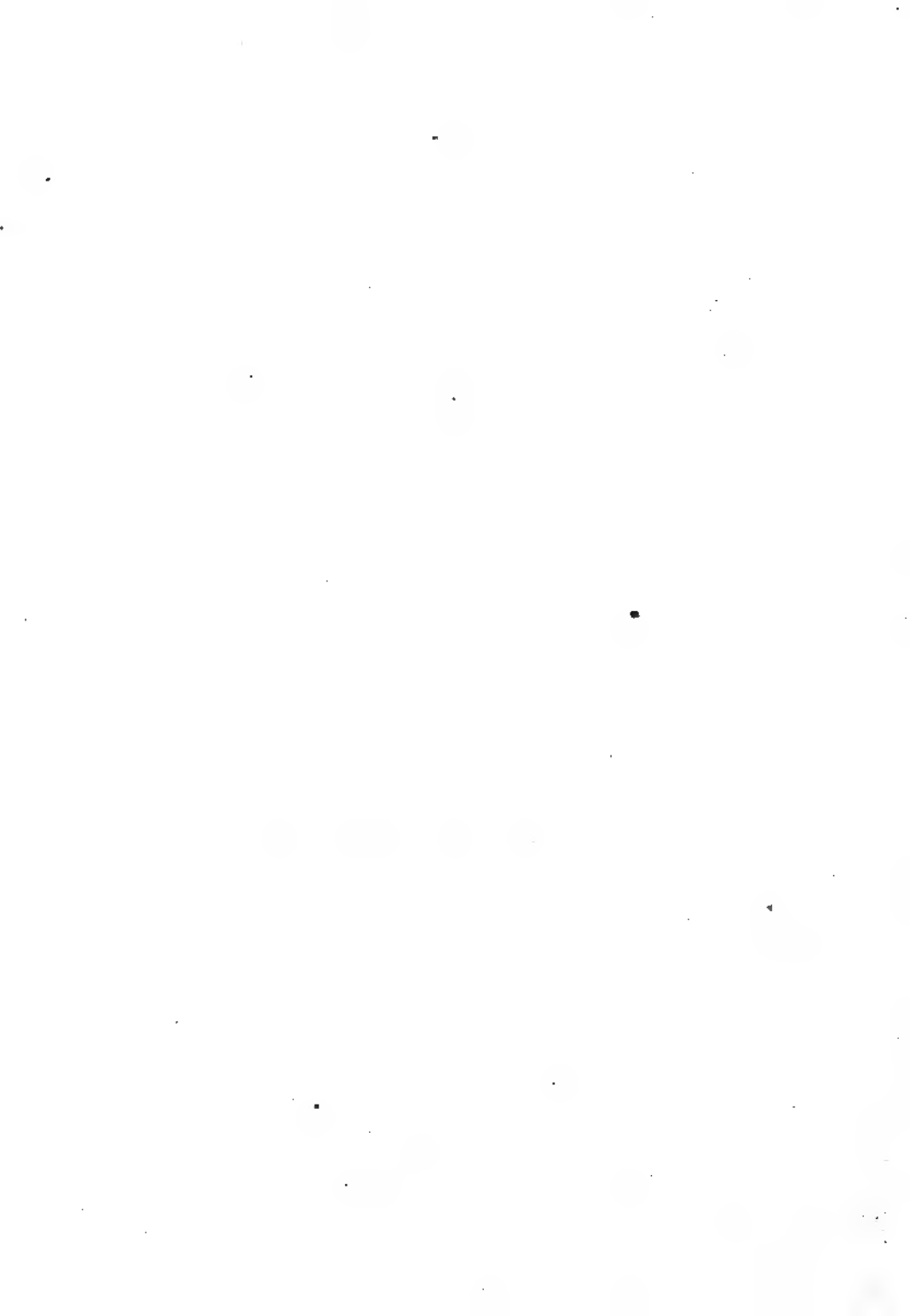
Seguendo l'invito dei signori editori Fratelli Sacchi, ho esteso a tutto il tratto tra il Lago d'Orta e l'Adda uno studio di orogenesi, che aveva presentato lo scorso anno al IV Congresso geografico italiano. Però lo mantenni nei limiti di un saggio preliminare; stantechè, non potendo io disporre del mezzo indispensabile per le ricerche orografiche, che è una buona vista, anzi ridotto a poter fare quasi soltanto lavori di reminiscenza, non poteva assolutamente condurre a termine tale attraentissimo lavoro, seguendo nei suoi particolari i fatti di epigenesi e di cattura di correnti e di modellamento orografico quali compaiono come appena intuiti dal presente scritto e dalle tavole che lo accompagnano. Io mi sono proposto solamente di eccitare a fare meglio di me, in questa linea di ricerche orogenetiche, e di fornire agli escursionisti una Carta geologica più dettagliata di quella che ho pubblicato anni sono per tutta la Lombardia. Un poco di buona volontà è l'unico merito, che io mi faccia ardito di attribuire a questo lavoro per osare di premettervi la dedica al di Lei nome onorato.

Coi sensi di altissima stima e di animo grato, mi serbo

Pavia, giugno 1902.

della S. V. servo devoto
Torquato Taramelli.

L'Autore e gli Editori, dolorosamente colpiti dalla improvvisa morte del SENATORE GAETANO NEGRI, quando appunto il presente libro era finito di stampare, dedicano alla memoria dell'esemplare cittadino quel tributo che volevano offrire a Lui vivo, in attestato della loro altissima stima.



CENNI BIBLIOGRAFICI

Trattandosi di una regione tra le più studiate in Europa, lo scrittore non credette di poter riassumere in poche pagine la storia degli scritti geologici o paleontologici, che la riguardano; poichè gli parve da preferirsi il richiamo di essi mano mano che l'argomento sarà per richiederlo. D'altronde, chi voglia approfondire lo studio di qualche particolare deve certamente ricorrere alle fonti, sia per le ricerche stratigrafiche sia per la determinazione dei fossili e delle rocce. Si giudicò pertanto più utile il completare con una copiosa appendice la *Bibliografia geologica e paleontologica* della Lombardia, per quanto riguarda la regione rappresentata dalla Carta geologica ora pubblicata, riferendosi alla precedente *Carta geologica* della Lombardia ed alla relativa spiegazione, edita essa pure dalla Ditta Artaria nel 1890. Il numero ragguardevole delle pubblicazioni geologiche e paleontologiche, per la regione dei tre Laghi, posteriori a quest'epoca dà l'idea del consolante progresso scientifico manifestatosi anche in questo ramo di studi, per opera di italiani e di stranieri, attratti dall'incanto di questo incomparabile paese, del quale l'amenità trova appunto una delle sue cagioni nella complicata struttura geologica e nella conseguente varietà morfologica del suolo.

Furono aggiunti altresì i titoli degli scritti concernenti la geologia e la paleontologia della porzione della provincia di Novara compresa nella Carta, perchè non figurano nella bibliografia pubblicata nel 1890.

Della maggior parte di questi scritti il lettore può trovare dei sunti assai ben fatti nelle notizie bibliografiche pubblicate nel Bollettino del R. Comitato geologico italiano. I musei di Milano, di Pavia, di Como, di Lugano e di Varese conservano collezioni importanti di

rocce e di fossili di questa regione, alcune delle quali datano dall'epoca dei primi studii dei fratelli Villa, del Balsamo-Crivelli, dello Stoppani, del L. Maggi e dello Stabile. Lo studioso che visitasse queste collezioni, ancor meglio che colla lettura delle memorie, si persuaderebbe senza dubbio che gli italiani non furono nè gli ultimi nè i meno attivi nel profittare della opportunità di studi, che offriva ai geologi una così interessante contrada. Quanto poi alle carte geologiche pubblicate, ritengo che nessuno possa negare che almeno per la regione compresa tra il Verbano ed il Lario, col ramo di Lecco, la Carta al 100.000 rilevata negli anni 1870-75 da Negri, Spreafico e Stoppani, sia tuttora la più esatta anche per la massima parte dei minuti particolari. Anzi, se fosse stata pubblicata come fu colorata dallo Spreafico, colle distinzioni del terreno glaciale, questa Carta geologica sarebbe stata per alcuni riguardi più precisa di altre, che furono pubblicate in seguito nella stessa scala.

La regione non è stata ancora rilevata dal R. Ufficio geologico italiano, impegnato nello studio di altre regioni, o meno note o di cui la storia geologica era più oscura. Nel frattempo potrà prestare qualche servizio la presente mia Carta, nella quale ho introdotto alcune modificazioni importanti, in particolare per la serie dei terreni quaternari, ed alcuni dettagli rilevati in numerose escursioni.

Al congresso geografico tenutosi nello scorso anno in Milano, io aveva presentato una carta dei territori di Lugano e di Varese per illustrare uno studio orogenetico, che riporterò quasi integralmente nelle pagine seguenti. In séguito a cortese offerta degli egregi Editori Fratelli Sacchi, ho esteso la Carta a tutta la regione, che si suole designare coll'appellativo « *dei Tre Laghi* » accennandosi ai maggiori dei molti laghi quivi esistenti, cioè al Verbano, al Ceresio ed al Lario; e mantenni la stessa serie dei terreni e lo stesso indirizzo, a prevalenza orogenetico, considerando che quanto ai fatti puramente stratigrafici ed allo studio dei fossili, molti altri pregevolissimi studi in questi ultimi anni erano comparsi ed altri ancora si stanno preparando, in Italia ed all'estero. Inoltre, era mio intento di pubblicare un lavoro, che contribuisse a rendere più diffuse le nozioni generali della geologia, applicate a questa amenissima regione, che viene percorsa da numerosi viaggiatori italiani, ai quali può tornare meno gradito il dover proprio sempre ricorrere ad illustrazioni pubblicate fuori del nostro paese.

NOTA DELLE PUBBLICAZIONI

risguardanti la geologia della Regione dei Tre Laghi
e che furono stampate dopo il 1890

- ANONIMO. *Un nuovo Lariosaurus a Varenna*. - Rass. Sc. geol. in Italia, Vol. I, 3-4. Roma.
- ARTINI E. *Intorno alla composizione mineralogica delle sabbie del Ticino*. - Giorn. di min. crist. e petrog., Vol. II, 6. Milano, 1891.
- *Baritina di Vassera*. - Atti Soc. ital. Sc. nat., Vol. XXXV, 3-4. Milano, 1896.
- *Intorno ad alcuni minerali di Laorca e Ballabio*. - Rend. Ist. Lomb. S. II, Vol. XXXIII, 18-19. Milano, 1900.
- BALTZER UND FISCHER. *Fossile Flora von Comersee*. - Mittheil. der Naturf. Ges. in Bern. Jahrg. 1890.
- BALTZER A. *Beiträge zur Interglacialzeit auf der Südseite der Alpen*. - Mittheil. der Naturf. Ges. in Bern, n. 1265-1278. Bern, 1891.
- *Glacialgeologisches von der Südseite der Alpen*. - Mittheil. d. Naturf. Ges. in Bern, 1892.
- *Zur Entstehung des Iseo- und Comerseebeckens*. Centralblatt für Mineralogie und Paläontologie.
- BARATTA M. *Il terremoto di Lecco del 5 Marzo 1894*. - Boll. Soc. Sism. it., Vol. I. Roma, 1895.
- BARZANÒ. *Il granito di Baveno*. - 1853.
- BENASSI P. *Piante ed insetti fossili di Rò in Val Vigizzo*. - Rivista it. di Paleont. Anno II, fasc. VI, p. 315. Bologna, 1896.

- BENECKE E. W. *Bemerkungen über die Gliederung der oberen alpinen Trias und ausseralpinen Muschelkalk.* - Berichte d. Naturf. Ges. zu Freiburg. i. Bd. IX, 3 H. Friburgo, 1895.
- BITTNER A. *Zur neueren Literatur der Alpiner Trias-Jahrb K. K.* - Geol. Reichs. Bd. 44, 2. Wien, 1894.
- BECKER H. *Carta geologica dell'Alta Brianza.* - Milano, 1894.
- *Brianza.* - Zeitsch. f. prakt. Geol., Jahrg. 1895, H. 6. Berlin.
- *Grigna und Brianza.* - Zeitschr. f. prakt. geol. Jahrg. 1896, H. 9. Berlin.
- *Lecco und die Grigna.* - Zeitschr. d. d. geol. Ges. Bd. XLIX, III. Berlin, 1897.
- BONARELLI G. *Contribuzione alla conoscenza del Giura-Lias Lombardo.* - Atti Acc. Sc. di Torino, Vol. XXX, 2. 1894.
- *Fossili domeriani della Brianza.* - Rendic. Istit. Lomb., S. II, Vol. XXVIII, 6. Milano, 1895.
- *Le ammoniti del Rosso ammonitico descritte e figurate da Giuseppe Meneghini.* - Boll. Soc. malac. it., Vol. XX, Pisa, 1899.
- *Ricerche analitiche sopra una roccia sedimentaria di Lombardia.* - Bull. Soc. geol. it., Vol. XIX, 1. Roma, 1900.
- BOULANGER G. A. *On a Nothosaurian Reptile from the Trias of Lombardy appar. referable to Lariosaurus.* - Transact. Zool. Soc. of London, con tav. Londra, 1896.
- BUNSEN. *Mittheilungen von Gustave Rose.* - 1861.
- CERENATI M. *Bellezze naturali dei dintorni di Lecco.* - Lecco, 1892.
- *Le « Marmite dei giganti » scoperte a Lecco.* - Rivista ital. di Sc. nat., Vol. X, 8-9. Siena, 1890.
- *I nostri monti (Conferenza popolare).* - Sondrio, 1890.
- CORTI B. *Brevi notizie sul quaternario e i terreni recenti della Vallassina ed alta Brianza.* - Boll. Soc. geol. it., Vol. IX, 2, 1890.
- *Osservazioni stratigrafiche e paleontologiche sulla regione compresa tra i due rami del Lago di Como e limitata a sud dai laghi dell'Alta Brianza, con carta geologica.* - Boll. Soc. geol. ital., Vol. XI, 2. 1892.
- *Ricerche mineropaleontologiche sulle argille del deposito lacustro-glaciale del lago di Pescarenico.* - Boll. Soc. geol. it., Vol. X, 4. Roma, 1892.

- CORTI B. *Fossili della majolica di Càmpora*. - Rend. Ist. Lomb., Volume XXV, 6. Milano, 1892.
- *Sulle torbe glaciali del Ticino e dell'Olonà*. - Bollettino scientifico. Pavia, 1892.
- *Il terreno quaternario di Valle d'Intelvi*. - Corriere della Domenica. Como, 1892.
- *Sulle diatomee del lago di Varese*. - Boll. scient. Pavia, 1892.
- *Sopra due nuove specie di fossili infraliasici*. - Bollett. scient. Pavia, 1893.
- *Foraminiferi e diatomee fossili delle sabbie gialle della Folla d'Induno*. - Boll. Soc. geol. it., Vol. XI, 2. Roma, 1893.
- *Osservazioni stratigrafiche e paleontologiche sulla regione fra i due rami del lago di Como, ecc.* - Boll. Soc. geol. it., Vol. XI, 2. Roma, 1893.
- *Sopra una marmitta dei giganti nella valle della Cosia*. - Rivista mens. Club alp. it., Vol. XII, 2. Torino, 1893.
- *Sul deposito villafranchiano di Castelnovate presso Somma Lombardo*. - Rend. Ist. Lomb., S. II, Vol. XXVI, 13. Milano, 1893.
- *Di alcuni depositi quaternarii della Lombardia*. - Rend. Ist. Lomb., S. II, Vol. XXVI, 17. Milano, 1893.
- *Sulla fauna a foraminiferi dei lembi pliocenici prealpini di Lombardia*. - Rend. Ist. Lomb., S. II, Vol. XVII, 4-17. Milano, 1894.
- *Sulla fauna giurese presso Càmpora, presso Como*. - Rend. Ist. Lomb., S. II, Vol. XVII, 8. Milano, 1894.
- *Di alcuni depositi quaternari di Lombardia*. - Atti Soc. Ital. di Sc. nat. 35°, 1-2. Milano, 1895.
- *Ricerche micropaleontologiche sul deposito glaciale di Rò in Val Vigezzo*. - Rend. Ist. Lomb., S. II, Vol. XXVII, 8. Milano, 1895.
- *Sulle scoperte di avanzi fossili di Arctomys marmotta e di Talpa europea nel terrazzo morenico di Caviglio presso Como*. - Atti Soc. ital. di Sc. nat. Milano, Vol. XXXV, 3-4. Milano, 1896.
- *Appunti di paleontologia dei dintorni di Como*. - Rend. Ist. Lomb., S. II, Vol. XXIX, 11-12. Milano, 1896.
- *Sulla fauna a radiolarie dei noduli selciosi della majolica di Càmpora*. - Rend. Ist. Lomb., S. II, Vol. XXIX, 17. Milano, 1896.
- *Osservazioni micropaleontologiche sulle argille del buco dell'Orso sopra Laglio e del buco del Piombo sopra Erba*. - Rend. Istit. Lomb., S. II, Vol. XXXI, 15-16. Milano, 1898.

COSSA A. *Atti del R. Ist. Veneto di S. L. ed A.* - 1873.

COZZAGLIO A. *Le moderne teorie sulla formazione dei laghi prealpini.*
- Comm. Ateneo di Brescia. 1899.

DAVIS W. M. *Glacial erosion in the Walley of Ticino.* - Appalachia,
Vol. IX, 2, con due tav. Boston, 1900.

DE-ALESSANDRI G. *Fossili cretacei della Lombardia.* - Palaeontographia italica, Vol. IV, con tre tav. Pisa, 1899.

— *Osservazioni geologiche sulla Creta ■ sull'Eocene della Lombardia.*
- Atti Soc. it. di Sc. nat., Vol. XXXVIII, 3, con due tav. Milano, 1899.

DERCKE W. *Italien.* - Bibl. der Länderkunde von A. Kirchhoff und R. Fitzner, III. und IV. Bd.; pag. 514 in 8° grande, con cinque carte. Berlin, 1898.

DEL-CAMPANA D. *I Cefalopodi del Medolo di Valtrompia.* - Bollett. Soc. geol. it., Vol. XIX, 3, con due tav. Roma, 1900.

DENTI V. *La regione metallifera e le miniere del Circondario di Varese.* - Industria, Vol. V, n. 13, 18, 21, 22. Milano, 1891.

— *Il filone di Berthierite nella Val Cresta in Comune di Viconago, prov. di Como.* - Giorn. di min. crist. ■ petrog., Vol. II, 3. Milano, 1891.

DE-WITT V. *Il Lago Maggiore, Stresa e le Isole Borromee.* - 1877.

DIENER C. *Die Gebirgshau der Westalpen.* - Wien, 1891.

GASTALDI B. *Nuovi cenni sugli oggetti di alta antichità trovati nelle torbiere e nelle marniere d'Italia.* - Torino, tip. Marzorati, 1862.

— *Studi geologici sulle Alpi Occidentali.* - Mem. R. Com. Geol. d'Italia, Vol. I, 1871 - Vol. II, 1874.

GERLACH H. *Die Penninischen Alpen.* - Nouveaux Mémoires de la Soc. Helvétique de Sciences nat., Zurigo, Vol. XXII, 1869.

— *Karte der Penninischen Alpen.* - 1869.

— *Beiträge zur Geol. Karte der Schweiz.* - Berna, 1883.

GRATZER C. *Genesi e morfologia della pianura padana secondo studi recenti.* - Trieste, 1897.

HEIM A. *Rapporti fra gli scisti cristallini e le rocce mesozoiche e paleozoiche nelle Alpi.* - Quart. Journal of the geol. Soc., Vol. XLVI, 182. London, 1890.

— JERVIS G. *I tesori sotterranei dell'Italia - Le Alpi.* - 1873.

- JERVIS G. *I tesori sotterranei dell'Italia*. - Addenda, 1881.
- MARIANI E. *Appunti sulla Creta e sul terziario antico della Brianza*.
- Annali scient. Ist. tecn. di Udine, S. II, Vol. X. Udine, 1892.
- *Alcune ricerche paleontologiche nel Buco del Piombo sopra Erba*.
- Atti Soc. ital. di Sc. nat., Vol. XXXV, 3-4. Milano, 1896.
- *Appunti di Paleontologia lombarda*. - Atti Soc. it. di Sc. nat., Vol. XXXVI, 2. Milano, 1896.
- *Contributo alla conoscenza della fauna retica lombarda*. - Rend. Ist. Lomb., S. II, Vol. XXX, 2. Milano, 1897.
- *Su alcune grotte lombarde*. - Atti Soc. ital. di Scienze natur., Vol. XXXVI, 3-4. Milano, 1897.
- *Osservazioni geologiche e paleontologiche sul gruppo del Monte Albenza*. - Rend. Ist. Lomb., S. II, Vol. XXXVI, 1. Milano, 1897.
- *Rendiconto sommario di una gita nelle Prealpi Bergamasche*. - Atti Soc. it. di Sc. nat., Vol. XXXVI, 2. Milano, 1897.
- *Ammoniti del Senoniano lombardo*. - Mem. Regio Istit. Lomb., Vol. XVIII, 4, con tav. Milano, 1898.
- *Di alcune grotte dell'Alta Brianza: « In alto. »* - Cronaca della Soc. Alpina Friul., Anno X, 3. Udine, 1899.
- *Ricerche micro-paleontologiche su alcune rocce della Creta Lombarda*. - Atti Soc. ital. di Sc. nat., Vol. XXXVIII, 1-2, con due tav. Milano, 1899.
- *Sul calcare puddingoide pseudo-giurese di Biandronno e su una Rhynchonellina del Lias inferiore dell'Alta Brianza*. - Rend. Ist. Lomb., S. II, Vol. XXXII, 10. Milano 1899.
- *Appunti geologici e paleontologici sui dintorni di Schilpario e sul gruppo della Presolana*. - Rend. del Regio Istit. Lomb. di Sc. e Lett., Vol. XXXII, 1899.
- *Fossili del Giura e dell'infracretaceo nella Lombardia*. - Atti Soc. it. Sc. nat., Vol. XXXVIII, 4, con tav. Milano, 1900.
- MARTINS C. *Notes sur les traces et les terrains glaciaires aux environs de Baveno, sur le lac Majeur*. - Bull. Soc. Géol. de France, T. XXIII, S. II, 1866.
- MATTIROLO E. *Note geologiche sulle Alpi Lombarde da Colico al passo dello Spluga*. - Boll. Com. Geol., Vol. XXVI, p. 51. Roma, 1895.
- MELZI G. *Di un nuovo giacimento mineralogico interessante sulle sponde del laghetto di Piona*. - Giornale di min. cristallog. e petrograf., Vol. I, 1. Pavia, 1890.

- MELZI G. *Sunto di alcune osservazioni stratigrafiche e petrografiche sul versante valtellinese delle Prealpi orobiche occidentali.* - Rend. Ist. Lomb., S. II, Vol. XXIV, 10. Milano, 1891.
- *Ricerche microscopiche sulle rocce del versante valtellinese della catena Orobica occidentale.* - Giorn. di min. crist. ■ petrogr., Vol. II, 1-2. Milano, 1891.
- *Le porfiriti della catena Orobica settentrionale.* - Rend. Ist. Lomb., S. II, Vol. XXVIII, 8. Milano, 1895.
- MERCALLI G. *Su alcune rocce eruttive comprese tra il Lago Maggiore e quello d'Orta.* - Rend. R. Ist. Lomb., S. II, Vol. XVIII, 1885.
- MOLINARI F. *Dal Lago Maggiore al Lago d'Orta.* - Atti Soc. it. di Sc. nat., Vol. XXVI, 1880.
- *La Datolite del granito di Baveno.* - Atti Soc. ital. di Sc. Nat., Vol. XXVII, 1884.
- *Nuove osservazioni sui minerali del granito di Baveno.* - Atti Soc. it. di Sc. nat., Vol. XXVIII, 1885.
- *Appunti sulle pietre da calce e da cemento.* - Atti Soc. ital. Sc. Nat., Vol. XXXIV, 3. Milano, 1895.
- NOE F. *Geologische Uebersichtskarte der Alpen, etc.* - Wien, 1890.
- PARÉTO M. *Sur les terrains du pied des Alpes dans les environs du lac Majeur et du lac de Lugano.* - Bull. de la Soc. géol. de France, T. XVI, 1858.
- PARONA C. F. *Appunti geologici sul bacino del Lago d'Orta.* - Mem. Soc. Arch. Novarese, 1880.
- *Sopra i lembi pliocenici situati tra il bacino del Lago d'Orta e la Valsesia e sull'altipiano di Boca ■ Maggiore.* - Bollett. Soc. geol. it., Vol. I, 1883.
- *I fossili del Lias inferiore di Saltrio in Lombardia.* - Parte I, Atti Soc. it. di Sc. nat., Vol. XXXIII, 1. Milano, 1890.
- *Radiolarie nei noduli selciosi del calcare giurese di Cittiglio presso Laveno.* - Boll. Soc. Geol. it., Vol. IX, 1. Roma, 1890.
- *Relazione della escursione geologica eseguita il giorno 10 settembre 1890 in Val d'Erve.* - Boll. Soc. geol., Vol. IX, 3. Roma, 1891.
- *Sull'età della dolomia di Arona.* - Rendic. Istit. Lomb., S. II, Vol. XXV, 15-16. Milano, 1892.
- *Appunti per lo studio del Lias Lombardo.* - Rend. Ist. Lomb., S. II, Vol. XXVII, 14. Milano, 1894.

- PABONA C. F. *I fossili del Lias di Saltrio in Lombardia*; Parte II: *Gasteropodi*. - Boll. Soc. Malac. It., Vol. XVIII. Modena, 1894.
- *I fossili del Lias inferiore di Saltrio*; Parte III: *Nautilidi*. - Bull. Soc. Mal. It., Vol. XX. Modena, 1896.
- *Considerazioni sulla serie del Giura superiore e dell'infracretaceo in Lombardia a proposito del rinvenimento di fossili del piano barremiano*. - Rend. Ist. Lomb., S. II, Vol. XXIX, fasc. IV. Milano, 1896.
- *Contribuzioni alla conoscenza delle ammoniti liasiche di Lombardia*; Parte I: *Ammoniti del Lias inferiore di Saltrio*. - Mem. Soc. pal. Suisse, Vol. XXIII, con otto tav. - Parte II: *Di alcune ammoniti del Lias medio*. - Ibidem, Vol. XXIV, con tre tav. Genève, 1899.
- PENCK, BRÜCKNER ET DU PASQUIER. *Le Système glaciaire des Alpes. Guide publiée à l'occasion du Congrès géologique international de Zurich*. - Bull. Soc. Scienc. nat. de Neuchâtel, t. XXXII, 1894.
- PERAZZI C. *Nota sull'esistenza di un sistema di filoni piombiferi negli scisti di Brovello e dell'alta valle dell'Agogna (Pallanza)*. - Mem. R. Accad. di Torino, S. II, Vol. XXI, 1864.
- PHILIPPI E. *Zwillinglamellirung am Schwerspath von Primaluna*. - N. Jahrb. f. Min. geol. und Pal. Bd. II, H. 2, 1895.
- *Beitrag zur Kenntniss der Aufbaues und der Schichtenfolge in Grignagebirge*. - Zeitschr. d. d. Geol. Ges. Bd. II, XLVII, H. 4. Berlin, 1795.
- *Geologie der Umgegend von Lecco und des Resegone-Massivs in der Lombardei*. - Zeitschr. d. d. Geol. Ges. Bd. XLIX, 2, con tre tav. Berlin, 1897.
- *Erwiederung auf Herrn Becker's briefliche Mittheil. « Lecco und die Grigna »*. - Zeitschr. d. d. Geol. Ges., Bd. XLIX, 2, con tre tav. Berlin, 1897.
- *Ueber einen Dolomitisirungsvorgang an süd-alpinem Conchodon Dolomit*. - N. Jahrb. für Min. Geol. und Pal. Jahrg. 1899, B. 1, H. 1, con tav. Stuttgart.
- PINI G. *Mémoires sur les nouvelles cristallisations de feldspath et autres singularités renfermées dans les granites des environs de Baveno*. - 1779.
- PORRO C. *Geognostische Skizze der Umgegend von Finero*. - Zeitsch. d. d. Geol. Ges. Bd. XLVII, H. 3. Berlin, 1895.

- PORRO C. *Cenni preliminari ad un rilievo geologico delle Alpi Orobie.*
Rend. Ist. Lomb., S. II, Vol. XXX, 10. Milano, 1897.
- *Rocce granitoidi della Valsassina.* - Rendic. Istit. Lomb., S. II,
- Vol. XXXI, 15-16. Milano, 1898.
- *Cenni preliminari ad un rilievo geologico della catena Orobica
dalla Valtellina al Monte Venerocolo.* - Rend. Ist. Lomb., S. II,
Vol. XXXII, 5. Milano, 1899.
- PORTIS A. *Avanzi di Tragulidi oligocenici nell'Italia settentrionale.* -
Boll. Soc. geol. it., Vol. XVIII, 1. Roma, 1899.
- REALE C. *Un cordone litoraneo presso Ispra sul Lago Maggiore.* -
Mem. Soc. geogr. it., Vol. VI, parte II. Roma, 1897.
- REPOSSI E. *Osservazioni stratigrafiche sulla Val d'Intelvi, la Val Solda
e la Val Managgio.* - Atti Soc. ital. Sc. nat., Vol. XLI, 1902.
- ROVELLO A. *Coltivazione delle sabbie aurifere del Ticino.* - Rivista
del servizio minerario nel 1890. Roma, 1892.
- RUSCONI A. *Il Lago d'Orta e la sua riviera.* - 1880.
- SACCO F. *La geotectonique de la Haute Italie occidentale.* - Bull. Soc.
belg. de géol., etc., T. IV, 1. Bruxelles, 1890.
- *L'anfiteatro morenico del Lago Maggiore.* - Annali d'Agricoltura
di Torino, Vol. XXXV. Torino, 1892.
- SALMOTRAGHI F. *Osservazioni geologiche sopra alcuni pozzi recente-
mente perforati nella provincia di Milano.* - Rend. Ist. Lomb.,
S. II, Vol. XXV, 18-19. Milano, 1892.
- *Studio dei fenomeni carsici.* - Atti Soc. ital. di Scienze natur.,
Vol. XXXVI, 2. Milano, 1896.
- *Di un giacimento di calcare eocenico a Oneda in provincia di
Milano.* - Rend. Ist. Lomb., S. II, Vol. XXIX, 16. Milano, 1896.
- SALOMON G. *Sull'origine, sull'età, sulle forme di giacitura delle masse
granitoidi della conca periadriatica.* - Atti Soc. it. di Sc. nat.,
Vol. XXXV, 3-4. Milano, 1896.
- SCHNEIDER F. *Ueber die chemische Constitution der Plutonite. Fest-
schrift zum hundert - " jährigen Jubilaum der K. Sächs., - Berg
Akademie von Freiburg, 1866.*
- SCHENCK A. *Ueber einige Pflanzenreste aus den triasischen und lia-
sischen Bildungen der Umgebung des Comersees.* - Ber. d. t. Sächs.
Ges. der Wissens., 7. Leipzig, 1889.

- SCHMIDT C. *Programme détaillé de l'excursion de 1889 de la Société géol. Suisse aux environs de Lugano*. - *Eglogae geologicae Helvetiae*, Vol. 1, n. 5. Lausanne, 1889.
- SCHMIDT C. ET STEINMANN. *Geologische Mittheilungen aus der Umgebung von Lugano*. - *Eglogae geologicae Helvetiae*, Vol. II, n. 1. Lausanne, 1889.
- SCHMIDT C. *Geologie der Alta Brianza*. - *Compte rendu du Congrès géologique international*, 6 sett. 1894, con una tavola. Zurich, 1896.
- SISMONDA A. *Osservazioni mineralogiche e geologiche per servire alla formazione della Carta geologica del Piemonte*. - *Mem. R. Accademia di Torino*, S. II, t. III, 1840.
- SORDELLI F. *Flora fossilis insubrica. Studii sulla vegetazione di Lombardia durante i tempi geologici*. - Milano, 1896.
- SPREAFICO E. *Osservazioni geologiche nei dintorni del Lago d'Orta e nella Val Sesia*. - *Atti Soc. it. Sc. nat.*, Vol. XXIII, 1880.
- SPEZIA G. *Sugli avvallamenti di sponda avvenuti lungo le rive del Lago Maggiore*. - Torino, 1871.
- STEINMANN E. *Geologische Beobachtungen in den Alpen: 1.º Das Alter der Bündner Schiefer*. - *Berichte d. naturf. Ges. zu Freiburg in B.* Bd. IX, 3 Heft. 1895.
- *Geologische Beobachtungen in den Alpen: I. Das Alter der Bündner Schiefer. Fortsetzung und Schluss*. - *Berichte d. naturf. Ges. zu Freiburg.*, Bd. X, B., 2 H con tav., 1897.
- STELLA A. *Sui terreni quaternarii della valle del Po in rapporto colla Carta geologica d'Italia*. - *Bollett. Com. geol. ital.* XXVI, 1. Roma, 1895.
- STRUEVER G. *Memoria sui minerali dei graniti di Baveno e di Montorfano*. - *Atti R. Accad. di Torino*, S. II, T. XXVI, 1869.
- *Cenni sui graniti massicci delle Alpi piemontesi e sui minerali delle Valli di Lanzo*. - *Mem. Com. Geol. d'Italia*, Vol. I, 1871.
- STUR DYONIS. *Einige flüchtige die Inoceramen-Schichten des Wiener Sandsteins betreffende Studien-Reise nach Italien*. - *Jahrb. K. K. geol. Reichs.* Bd. XXXIX, 3-4. Vien, 1889.
- TARAMELLI T. *Il Cantone Ticino meridionale ed i paesi finitimi*. - Berna, 1880.

- TARAMELLI T. *Note geologiche sul bacino idrografico del fiume Ticino*, con due tav. - Boll. Soc. geol. it., Vol. V. Roma, 1886.
- *Carta geologica della Lombardia*. - Milano, 1890.
- *Sugli studi relativi alla geologia e paleontologia della Lombardia*. Discorso inaugurale. - Bollett. Soc. geolog. ital., Vol. IX, 3. Roma, 1891.
- *Osservazioni geologiche sulle valli della Stabina e della Pioverna in Lombardia*. - Boll. Soc. geol. it., Vol. XI, 1. Roma, 1892.
- *Alcune osservazioni nei dintorni di Erba*. - Rend. Istit. Lomb., S. II, Vol. XXVI, fasc. 17. Milano, 1893.
- *La Valle del Po nell'epoca quaternaria*. - Atti del primo Congresso Geografico ital., Vol. I. Genova, 1894.
- *Sugli strati a Posidonomya nel sistema liasico del Monte Albenza in Provincia di Bergamo*. - Rendic. Istit. Lombardo, S. II, Vol. XXVIII, 10. Milano, 1885.
- *Dei giacimenti pliocenici nei dintorni di Almenno in provincia di Bergamo*. - Rendic. Istit. Lomb., S. II, Vol. XXVIII, 19. Milano, 1895.
- *Considerazioni a proposito delle teorie dello Schardt nelle regioni esotiche delle Prealpi*. - Rend. Ist. Lomb., S. II, Vol. XXXI, 18. Milano, 1898.
- *Di alcune nostre valli epigenetiche*. - Atti del terzo Congresso geografico italiano, Vol. II. Firenze, 1899.
- *Di alcune particolarità della superficie degli strati nella serie dei nostri terreni sedimentarii*. - Rendic. Istituto Lombardo, S. II, Vol. XXXII, 7. Milano, 1899.
- TOMMASI A. *La fauna del calcare conchigliare di Lombardia*. - Pavia, 1894.
- *La fauna del Trias inferiore nel versante meridionale delle Alpi*. - Paleontographa Italica, Vol. I. Pisa, 1896.
- *Alcuni fossili nuovi nel Trias inferiore delle nostre Alpi*. - Rend. Ist. Lomb., S. II, Vol. XXXII, 11. Milano, 1899.
- *Contribuzione alla Paleontologia della Valle del Dezzo*. - Mem. del R. Istit. Lombardo di Sc. e Lett., Classe di Sc. mat. ■ nat., Vol. XIX, X della Ser. III, 1901.
- TORNQUIST. *Geologischer Führer durch Oberitalien*. - Berlin, Bornbräcker, 1902.
- TRAVERSO S. *Geologia dell'Ossola*. - 1895.

VALENTINI C. *Sulle acque del sottosuolo di Milano*. - Il Politecnico, giugno-luglio 1895, Milano.

VIOLA C. *Contribuzione allo studio delle rocce. Fisiografia del granito di S. Fedelino (indicato erroneamente come sul Lago Maggiore)* con quattro tav. - Boll. Soc. geol. it., Vol. VI. Roma, 1887.

WEISS. *Abhandlungen der Berliner Akademie*. - 1835.

WOHRMANN S. F. *Alpine und ausseralpine Trias*. - N. Jahrb. Min. geol. und pal. Jahrg 1894. Bd. III. H. 1, Stuttgart.

ZELLER H. R. *Ein geologisches Querprofil durch die Centralalpen*. - Bern, 1895.

— *Nachträge zu einem geologischen Querprofil durch die Centralalpen*. - Mittheil. der naturf. Ges. Bern, 1896-1897.



PARTE I.

Generalità oroidrografiche sulla regione dei tre Laghi.

Una delle armonie, che rendono così gradito lo studio delle scienze naturali, collega la maggiore o minore amenità di una regione colla sua storia geologica. Dove accorrono numerosi i forestieri ed i villeggianti, il geologo spesso ritorna e pensa sulle ragioni di quelle bellezze, che commuovono tanti visitatori e che i letterati hanno saputo descrivere, ■ riprodurre gli artisti.

Non occorre che io dimostri come appunto l'area rappresentata dalla unita Carta geologica sia ad un tempo tra le più amene e tra le più complicate per istruttura geologica, in causa delle molteplici varietà delle formazioni quivi affinantì e delle intricate condizioni stratigrafiche; d'onde consegue una varietà straordinaria di forme orografiche, dai molli ondeggiamenti delle colline moreniche e terziarie alle maestose masse di rocce scistoso-cristalline delle Alpi Pennine e Leponzie ed alla selvaggia asprezza delle montagne dolomitiche, che si ergono sulle due sponde del Lago di Lecco ■ più a levante. Per tale varietà, una descrizione generale è poco conveniente, meglio prestandosi allo scopo di dilucidare la Carta annessa il dire partitamente dei caratteri principali di ciascuna delle porzioni, nelle quali parmi che si possa dividere la regione dei tre Laghi, le quali sono le seguenti:

I. Regione dei terreni cristallini, a nord di Pallanza, Luvino e Bellano;

II. Regione a ponente del Lago Maggiore, a sud di Pallanza;

III. Regione tra il Lago Maggiore ed il Lario, comprendente il Ceresio, colle colline terziarie e moreniche che ne dipendono;

IV. Regione dell'alta Brianza, tra i due rami del Lario, e colline che ne dipendono;

V. Regione a levante del Lario ed a sud di Bellano, colle colline sulla sinistra dell'Adda.

Non è questa una distinzione geografica e nemmeno geologica; ma parmi che nel caso nostro essa torni assai comoda, perchè in ciascuna di queste regioni compare qualche gruppo di caratteri, pei quali essa si distingue nettamente dalle finitime.

Nella regione settentrionale dei terreni scistoso-cristallini, troviamo montagne ragguardevoli per la loro massa piuttosto che per l'altitudine; infatti da ponente a levante, per dire solo delle principali, si distinguono: Pizzo d'Alzasca (2261), Pizzo Gramoletta (2320), Monte Marone (2530), Pian del Bosco (2293) e Croda Grana (2431), tra la Maggia e le Centovalli (Val Viguzzo) confluenti appena prima di trovar foce nel Verbano presso Locarno. Nel tratto tra la Val del Toce, la Val Viguzzo ed il Verbano, a nord di Pallanza, si mantengono ad altitudini limitate il Limidario (2089), il Pizzo Diosi (2167), la Cima Marsiccia (2135) e la Zeda (2157). Fra la Val Maggia e la Valle del Ticino si ergono, quasi alla stessa altitudine, il Pizzone dei Laghetti (2441), la Poncia Vogorno (2440) e il Pizzone Piotta (2446). Tra la Valle del Ticino e la confluyente di Mesocco, nell'area della Carta, cade il Pizzo Molinera (2287). Tra la Valle di Mesocco e la Valle della Mera, alquanto più elevati, si notano il Pizzo Roggione (2576), Pizzo Rabbi (2452), Monte Cardinello (2519), il Marmontana (2237): e più a sud, tra il Verbano ed il Lario, solcata dalla depressione del Ceneri (573) si stende la massa delle montagne scistoso-cristalline del Monte Tamaro (1961), del Camoghè (2519) e del Pizzo di Gino (2244). A levante del Lario, a nord di Bellano, il Legnone (2619) ed il Monte Rotondo (2497) ripresentano altitudini poco differenti dai monti tra il Toce ed il Verbano. Tale uniformità nelle maggiori altitudini è di molta importanza per la orogenesi; stantechè, se non fossero state incise le valli, i fenomeni di abrasione e di scivolamento, i quali hanno esportato la coltre mesozoica, indubbiamente stesa un tempo su queste masse scistoso-cristalline, avrebbero prodotto un paese pianeggiante ad onta delle curve stratigrafiche assai risentite e molteplici, che rendono accidentata questa enorme ed antica massa di gneiss e di scisti micacei, cloritici, anfibolici, sericitici, raramente calcarei. Isolchi delle valli, a quanto si vede, si abbassano dalle selle fino al noto livello dei tre Laghi, Verbano (197), Ceresio (266), Lario (201); ma in realtà questi solchi scendono fino alle stupefacenti profondità di essi laghi, assai al di sotto del livello marino, e, pel Verbano ■

pel Lario, dello stesso fondo dell'Adriatico, tra Ancona = Pola, cioè a — 175 e — 210. Anche per le larghe valli che sboccano nei laghi, lo spessore delle alluvioni posglaciali deve essere molto ragguardevole = tale da potersi ragguagliare a quello delle alluvioni padane, le quali hanno cooperato insieme col sollevamento della catena alpina a ponente del Garda = dell'Appennino, a prosciugare il golfo pliocenico, che si stendeva, come è noto, sino a Biella, Ivrea e Mondovì. Anche lo sviluppo dei talus lacustri, in corrispondenza alle minori correnti, è molto ragguardevole, in questa = nelle altre regioni della Carta; e ciò dipende dalla profonda erosione, che in epoca posglaciale hanno subito i depositi morenici, internati nelle valli. Per conseguenza anche la roccia in posto, profondamente incisa, come all'Orrido di Canobbio ed all'Orrido di Bellano, offre la fallace apparenza di spaccatura.

La regione sulla destra del Verbano, a sud del golfo di Palanza, è distinta dalla massa granitica del Montorfano, di Baveno, e del Mottarone (1491) ed al suo limite meridionale, da una zona porfirica e di calcari mesozoici, nella quale è facile scorgere la continuazione dei terreni, che caratterizzano la regione tra il Verbano ed il Lario. Le morene, assai sviluppate, ricolmano le depressioni e si allineano lungo quel marcatisimo terrazzo, che segue la sponda occidentale del Verbano, ad altitudini scaglionate tra i 300 e 800 metri. Il pliocene marino si osserva soltanto nei dintorni di Gozzano e più a ponente presso Bocca e Maggiore. Sono poi sviluppatissime le alluvioni diluviali alterate, evidentemente sottostanti alle morene dell'ultimo periodo glaciale, che alle dette alluvioni antiche si juxtapongono in modo chiarissimo nei dintorni di Gattico e di Borgo Ticino.

L'aspetto del gruppo del Mottarone, per la forma della montagna, è nel suo complesso meno aspro ma non meno grandioso delle montagne della regione più a nord; nei particolari poi, in ispecie dove affiora il granito, esso presenta un aspetto di rovina, che ricorda gli altipiani granitici della Sardegna. Epperò in breve ora si passa dalle asprezze del tutto alpine delle montagne all'incanto delle sponde lacuali, fiorite di oleandri e consolate da un clima simile a quello della Liguria e forse anche più costante. La maestosa grandiosità del Verbano, qui come sulla sponda del Garda, richiama alla memoria i paesaggi del Tirreno = la mente del geologo si figura quel tempo in cui una baja del mare pliocenico si internava appunto in corrispondenza all'estremità meridionale del grande lago, senza però addentrarsi di molto nella massa montuosa; chè la conca verbana non era per anco escavata. Nessun lembo di de-

positi pliocenici marini fu scoperto fino ad ora nell'ambito del Lago Maggiore a monte dell'unico conosciuto, presso Taino di Angera. Su questo fatto avrò occasione di ritornare più volte nel corso di questo scritto.

La regione terza, che comprende il Ceresio, è la più varia ■ la più interessante, non tanto per carattere alpino, poichè le montagne vi toccano altitudini modeste, quanto per la grande varietà dei terreni che vi affiorano e per la quantità delle notizie geologiche, fornite dai numerosi scritti che la illustrarono. Fermo fino da ora l'attenzione del lettore sul frastaglio della regione a sud del corso della Tresa, attuale scaricatore del Ceresio. Infatti, quivi troviamo il gruppo isolato della Val Travaglia, coi monti Colonna (1200), Monte Nudo (1235) e Sasso del Ferro (1052); più a levante il Monte Nave (961) ■ più a sud-est i monti Pianbello (1050), Poncione di Ganna (992) e Sasso delle Corna (1033), separati dal Monte Nave per la valle di Marchirolo; poi, più a sud, il gruppo del Campo dei Fiori (1226) che si innalza dai pressi di Varese con quella sua movenza caratteristica che pare, in piccolo, voglia imitare la fisionomia del Monte Rosa, col dirupato versante a tramontana. Più a levante, il frastaglio orografico è reso ancora più manifesto dai meandri del Ceresio, che circondano la penisola del S. Salvatore (909) e il Monte S. Giorgio (1094) colla catena dell'Orsa (989), che vi fa séguito con direzione di sud-ovest. Fra il Ceresio ed il Lario, assai conosciuto ai viaggiatori, è il gruppo del Monte Generoso (1701), dal quale si diparte verso nord-est la serie dei monti della Valle Intelvi, tra cui spiccano il Monte Costone (1441) e il Calbiga (1697), e verso sud-est si ergono il Pizzo Gordona (1409) ed il Monte Bisbino (1327). La profonda valle di Muggio separa questi monti dalla più elevata massa del Monte Generoso, nella quale si accentua l'indicata movenza del Campo dei Fiori, essa del pari limitata da dirute pareti verso ponente e tramontana. La Valle Intelvi, ancora più che i monti a ponente del Verbano, è disseminata di abbondante terreno morenico ed i massi erratici si osservano sin quasi a 1200^m. Il pliocene marino anche in questo gruppo montuoso si limita a lambire le falde nei dintorni di Mendrisio, presso Balerna e Coldrerio, non comparendo in alcun punto nell'ambito del Lario. Più a sud, stendonsi le morene e le alluvioni diluviali, da cui sporgono i colli miocenici ed eocenici, in una zona continua, che dai dintorni di Como si spinge fino a Lisanza, all'estremità del Verbano. Il calcare liasico, colle forme massiccie ■ tuttavia abbastanza mosse delle sue montagne, caratterizza questo gruppo di montagne tra il Ceresio ed il Lario; però

qua ■ l'abraso, per lasciar scorgere le dolomie e gli scisti dell'infralias ■ del trias superiore. Nelle curve stratigrafiche di questo calcare sono poi compresi i più recenti terreni secondari, fino alla Creta superiore. Dove il bosco è rispettato, o, dirò meglio, dove esso è meno devastato, l'aspetto della montagna è oltremodo simpatico e le acque sono abbastanza abbondanti, per l'alternanza dei calcari con rocce meno permeabili.

Questi caratteri si presentano anche nella regione quarta, dell'alta Brianza, dove sorgono, del pari di calcare liasico, il Monte S. Primo (1685), il Monte Palanzone (1435), i Corni di Canzo (1372) il Monte Boletto (1234), per dire dei più elevati, tra una svariaticissima ondulazione di dossi e di creste calcari, e verso levante dolomitiche, tra le quali si affondano la valle del Lambro e la Valbrona. Isolato a sud-est, si erge il Monte Baro (922), al quale fanno séguito a sud le colline di S. Genesio e di Montevecchia.

La nota amenità della Brianza è causata dalla associazione dei colli di rocce marnose, cretacee ■ terziarie, colle colline moreniche; più a valle seguono i molli ondeggiamenti degli altipiani di diluviale alterato, costituente quelle regioni che i lombardi chiamano *groane*, da non confondersi colle *brughiere*, le quali sono di alluvione di sfacelo morenico dell'ultima fase glaciale. Se non fosse questa associazione del terreno morenico con affioramenti di altri terreni più antichi, la regione briantea sarebbe assai meno amena e meno ferace, come lo sono di fatto gli anfiteatri del Lago d'Iseo ■ del Lago di Garda. Alle falde di questo gruppo di montagne, tra il ramo di Como e quello di Lecco, manca il pliocene marino.

Nella quinta regione, infine, il carattere alpestre si accentua, sia per le più frequenti creste dolomitiche, sia per l'altitudine alquanto maggiore delle cime. Troviamo infatti, isolato tra il Lario e la Valsassina, il gruppo delle Grigne, col Moncodine (2410) e colla Grigna Meridionale (2184); e più a levante il Resegone di Lecco ed il Monte Serada (1876) ■ più a sud il Monte Tesoro dell'Albenza (1432), l'unica massa di calcare liasico, che ricordi il carattere dei monti dell'alta Brianza. La valle di S. Martino, con terreno erratico, separa le falde dell'Albenza dal Monte Cantobasso, di terreni cretacei; ed appena a levante dell'area compresa nella Carta, trovasi il lembo pliocenico marino di Almenno, che ripete i caratteri litologici e stratigrafici degli affioramenti coevi di Maggiora, della Folla di Induno e di Balerna.

L'aspetto più alpestre di quest'ultima porzione della regione dei tre Laghi è il risultato di un fatto tectonico, che è bene annun-

ciare subito al lettore. Mentre la porzione più a sera, sino al Verbano, presenta bensì dei contorcimenti meravigliosi e delle fratture assai evidenti, per poco che si segua l'andamento dei terreni anteriori al pliocene nel gruppo della Grigna e più ancora in quello del Resegone troviamo non solo delle fratture, ma degli scorrimenti con ricoprimento assai esteso, in causa dello scorrere delle masse infrante le une sulle altre per più chilometri. La energia delle pressioni laterali, che furono la causa prima della conformazione orografica, fu quivi dunque più intensa ed il paese è più mosso, più selvaggio, più alpestre. Persino il parlare è più aspro, senza far torto ai miei compatriotti, i quali del resto furono sempre tenuti in conto di gente che parla male, ma che opera bene.

Vedute queste generalità sulla regione, dirò brevemente dei laghi, che ne formano la principale attrattiva come costituiscono il quesito più complesso della storia orogenetica della contrada.

Pel Verbano possediamo la bella Carta batimetrica, in due fogli, al 50.000, pubblicata dal Regio Ufficio Idrografico della Marina sotto la Direzione dell'Ammiraglio G. B. Magnaghi. In questa Carta una tinta più carica fa spiccare tutta l'area di questo bacino che è inferiore al livello marino, con una profondità del lago superiore quindi a m. 197. Orbene, questa tinta si estende a monte fin quasi a Locarno, circondando un rilievo, che comprende le due isolette di Brissago, congiunte alla sponda piemontese con uno sprone subacqueo, che sale sino a 72^m dalla superficie per poi scendere sino a 101 di fronte a Ronco. Il delta del fiume Maggia, presso Locarno, è separato dal delta del Ticino, presso Magadino, per una bassura, che scende fino a 108, nella quale si spianano le basi dei due talus.

Nel tratto più stretto del Verbano, di fronte al delta del fiume Giona, tra i due Maccagno, fu misurata la profondità di 310^m, a 750 metri dalla sponda orientale, ed è abbastanza ampio il fondo a 300^m. Il delta nella sua porzione subacquea ha la pendenza relativamente forte del 45 %, mentre la sponda opposta inclina assai più ripida. Tra gli scogli del Castello di Cannero e la sponda, evvi la profondità massima di 40^m. Di fronte a Luvino incominciano le profondità superiori a 350^m, sempre però con fondo pianeggiante, a pareti ripidissime, tranne che sotto Germignaga, dove è probabile che sia intervenuto qualche antico franamento della zolla dolomitica di Bederò, si misura la profondità di 62^m, alla distanza di 1200^m dalla sponda lombarda.

La massima profondità del Verbano, tra la Rocca di Caldè e Desso di Ghiffa è 372^m ed il fondo a più di 300 si estende sino

alla distanza di metri 700 dalla sponda destra e di 950 dalla sinistra. L'influenza delle deiezioni laterali è localizzata a breve distanza dallo sbocco delle singole correnti, mentre il fondo è sempre pianeggiante ■ non si avvertono quei rilievi trasversali, che sono così rimarchevoli pel Ceresio, a Melide ed a ponente di Morcote.

Fra Pallanza e Laveno, pur mantenendosi le sponde assai ripide, si avverte un leggero innalzamento del fondo, presentandosi una massima profondità di 309^m; poi questa profondità cresce sino a 215^m tra Stresa ■ Cerro. Di fronte a Santa Caterina del Sasso, è segnata una profondità massima di 306^m. La tinta dell'area inferiore al livello marino termina poco sotto la punta di Arolo. Tra Lesa ed Ispra, si ha una massima di 117^m; tra Solcio e Ranco, di 97^m; più a valle, il fondo scende di nuovo a 106^m, poi dolcemente sale a 43^m, tra Arona ed Angera. Di fronte ■ Lisanza si ha un massimo di 31^m e sotto al ponte di Sesto Calende di 20^m pel fiume Ticino.

Il seno di Pallanza, tra Pallanza e Baveno, è profondo 144^m, tra Pallanza e Feriolo 118. La porzione subacqua del delta del fiume Toce ha una pendenza media dell' 8 ‰, quindi assai più dolce di quella delle conoidi dei minori confluenti nel Verbano.

Un egregio studioso in geografia sta occupandosi di una monografia morfologica del Verbano; quindi non credo di entrare in più minuti particolari e nemmeno di trattare la questione dell'origine di questo lago; poichè non possiedo molto più numerosi dati geologici di quando ho trattato l'argomento nel mio scritto sul bacino idrografico del Ticino, nel 1886. I rapporti colle altre meno profonde depressioni saranno considerati nel processo di questo scritto a proposito della epigenesi delle valli.

Anche pel Ceresio la Carta topografica svizzera, con curve quotate, rappresenta la conformazione del fondo, presentandolo quindi come se il lago fosse vuotato. Notiamo pel ramo di Porlezza, che è il più profondo, nientedimeno che un baratro che discende a — 14, colla profondità quindi di 288^m. Questo baratro si estende a ponente sino di fronte alle Cantine di Caprino. Tra Lugano e Caprino si stende un basso fondo, che si mantiene a m. 230 sotto al livello del lago. Più a sud, il fondo gradatamente si eleva verso l'istmo di Melide, il quale fu bensì completato ad arte, ma certamente esisteva come accidente orografico, forse a cagione di una morena frontale di ritiro del ramo glaciale abduano proveniente da Porlezza.

A sud del Ponte-diga, il fondo si abbassa ancora più dolcemente che verso nord, fondendosi con un piano che si stende alla

profondità di 85^m sino a poco più di un chilometro dalla estremità meridionale di quel ramo del Ceresio; poi il fondo lentamente si in alza.

Altrettanto avviene pel ramo di Porto Ceresio, dove il fondo è pianeggiante tra le quote 192 = 215 (prof. 82^m a 59^m); poi si alza, presentando più forte pendenza verso la sponda occidentale, di porfido quarzifero.

Il tratto del Ceresio dalla foce del fiume Agno a Porto Ceresio è meno profondo ed ancora più irregolare. Infatti, si osserva una prima bassura di 81^m tra il delta lacustre dell'Agno e quello del torrente Migliasina; poi la profondità lentamente si riduce a 60^m. Segue una fossa con largo letto pianeggiante alla profondità da 75 a 85^m; in corrispondenza al talus di Brusimpiano, la profondità si riduce a 68^m, poi cresce a 74^m per quindi diminuire nuovamente in causa di un rilievo trasversale simile a quello di Melide, tra la Ca-Mora e San Bartolomeo di Morcote, dove la profondità è di soli 34^m. Probabilmente anche questo rilievo deve ad una morena frontale di ritiro del ramo glaciale, alimentato dai due passi del Ceneri e della valle della Tresa.

Vi è poi l'angusto canale di Lavena, che ad acque medie ha la profondità di 8^m, tra la rupe dolomitica del monte di Carlano ed il talus di sfacelo posglaciale su cui stanno le due frazioni di Lavena. L'ultimo allargamento del Ceresio a Ponte Tresa ha un largo fondo pianeggiante a 34^m sotto allo specchio dell'acqua. Evidentemente, lo sfacelo morenico di Lavena ha strozzato il lago lasciando appena il detto Canale; mentre l'ampio talus della Migliasina ha separato il Seno di Ponte Tresa dal bacino di Agno, collegando alla sponda occidentale l'isolotto di Carlano.

Il laghetto di Muzzano, circondato da terreno alluvionale e di sfacelo morenico, attualmente è profondo soli 8^m, e dovette essere più vasto appena scomparsa l'ultima glaciazione.

La profondità dei minori laghetti di Varese, Varano, Comabbio, Montorfano, Alserio, Pusiano, Annone e Segrino è segnata sulla Carta. Pel laghetto di Dellio, sopra Maccagno, non so che siano state levate delle misure.

Pel Lario è di prossima pubblicazione una monografia del D. Agostinis, il quale ha molto lodevolmente illustrato il Lago d'Orta e molti laghi della Penisola; quindi io mi limito a riportare un sunto favoritomi cortesemente dall'egregio Cinnografo.

Da Gera a Dervio avvi un primo bacino, poichè tra Dervio e Rezzonico il fondo presenta un sensibile rialzo di circa 20^m; la massima profondità di questo primo bacino è di 210^m. Da Dervio

a Bellagio compare spiccato un secondo bacino, chiuso da una sella verso la Tremezzina ed aperto verso Lecco sino ad Onno-Mandello, dove si rialza un'altra sella. La massima profondità di questo secondo bacino è di 236^m fra la Punta di Gaeta, Menaggio, Punta di Bellagio, Varenna e Punta di Morcate, un fondo quasi piano per vasto tratto.

A valle di Mandello il fondo cala sino a 132^m, per risalire quasi subito ■ 123 di fronte alla Punta dell'Abbadia; da questa larga sella a Lecco la massima profondità è di 148^m di fronte alle Fornaci, a monte dell'osteria della Faune.

Il ramo di Como è assai più profondo. Comincia con 144^m alla sua imboccatura, tra Bellagio e Grianta, quindi scende rapidamente a 375^m di fronte a Balbianello, a 400^m tra Argegno e Cavagnola, a 410^m tra Nesso ■ Cavagnola. Si alza, prima dolcemente, toccando 409^m tra Torrigia e Careno, poi più declive alle profondità di 300^m, tra Laglio ■ Pognana, di 250^m tra Torno e Moltrasio, di 160^m di fronte a Blevio; poi si alza gradatamente sino a Como. Il Lago di Como è dunque il più profondo dei laghi italiani e poco meno profondo dei più depressi bacini della Norvegia; la sua massima profondità si trova dove esso è più stretto e chiuso in rocce calcari, compatte ma poco dure, lontano da confluenti di qualche importanza.

I rialzi del fondo di fronte a Dervio e tra Onno e Mandello corrispondono presso a poco ad importanti conoidi di torrenti laterali, il T. Varrone ed il T. Neria. La sella di Grianta invece non trovasi vicina ad alcun delta lacustre e costituisce un particolare analogo agli accennati rialzi di fondo di Melide e di Morcote pel Ceresio. Se torna difficile al geologo lo spiegare il Lago di Como, figuriamoci come egli n'è imbarazzato a spiegarne i particolari. Questi pochi dettagli bastano per una trattazione generica, quale intendo di fare sull'argomento, anche per questo bacino lacustre non possedendosi ancora quei ragguagli geologici, i quali consentano una analisi precisa delle varie cagioni esogene ed endogene di così profondo avvallamento. L'altimetria relativa delle morene antiche e delle alluvioni interglaciali è ancora da determinarsi, avendone io soltanto raccolto qualche particolare in troppo pochi punti. Aveva indicato questo studio ad un mio allievo; ma cagioni impreviste ne hanno ritardato e forse del tutto impedito il compimento. Frattanto il signor Baltzer tornò a pubblicare qualche altro dato sulla inclinazione verso monte di alcuni terrazzi orografici; ma anche questi dati sono affatto insufficienti per una conveniente dilucidazione del complesso problema.

PARTE II.

Regione dei terreni scistoso-cristallini, a nord di Pallanza, Luino e Bellano.

Già altra volta, nel mio lavoro sul bacino idrografico del Ticino, ho tentato un ordinamento cronologico di questi terreni scistoso-cristallini, quando ancora non si erano stabiliti quei fatti che hanno dimostrato come la serie mesozoica, nel massiccio del Sempione come in quelli del Gottardo e dello Spluga, sia profondamente metamorfosata e come, per conseguenza, quei micascisti ed argiloscisti e quegli scisti a sericite, che allora ritenevansi sicuramente azoici, con tutta probabilità ponno rappresentare diverse epoche del paleozoico. Perciò anche quel tentativo non avrebbe ora più ragione di essere rinnovato, in attesa di qualche studio completo e definitivo che precisi i confini dell'azoico col paleozoico e di questo col mesozoico. Inoltre, dal punto di vista orogenetico, tutte queste rocce scistoso-cristalline si ponno ridurre a quattro gruppi, cioè: 1° dei gneiss grossolani, spesso porfiroidi, riferibili al tipo del *gneiss di Antigorio*, che nell'area della nostra Carta affiora soltanto nella valle Onsernone e sopra Locarno; 2° dei micascisti, alternati coi gneiss minuti, colle zone ~~granatifere~~ ed anfiboliche, con calcari saccaroidi (marmo) nei molti giacimenti, di cui ho nella Carta indicato soltanto i principali; 3° gli scisti seritici e gli argiloscisti, sviluppati su entrambe le sponde del Verbano e del Lario; 4° Le rocce massicce o laminate, felspatico-anfiboliche, delle quali la principale zona è indicata dalla Carta tra il Toce e Locarno e poi procede da Bellinzona all'estremità sud del laghetto di Megroia e quindi nella Val Tellina. Le masse di granito della Val Migliassina, dell'Alpe di Lago a nord di Lugano, di S. Fedelino e Val-Codera,

e dell'alta Valsassina, del pari indicate sulla Carta, potrebbero essere coetanee a quelle del Montorfano e del Mottarone (Baveno) e se è nel vero il signor D. Salomon, che ne ha trattato recentemente, sarebbero state intruse in epoca molto recente, forse terziaria. Pare accertato che esse abbiano esercitato azioni di contatto sui mica-scisti che attraversano, in essi ingenerando nuovi minerali, quali la cordierita, il topazio, la tormalina, l'epidoto. Ma anche a questo riguardo le opinioni sono molto divise ed il lettore potrà trovarne i vari argomenti discussi nelle opere indicate nella bibliografia, limitandomi io a segnarne il giacimento con alcune modificazioni di contorni per le masse granitiche della Valsassina, che ho percorso anche recentemente. Non ho indicato per la Val Codera ■ per le masse di S. Fedelino il fitto intreccio dei filoni di rocce anfiboliche attraverso al granito ed allo gneiss, da cui il granito è compreso, perchè la scala della Carta non lo comportava. Ne hanno trattato ultimamente gli ingegneri geologi Mattiolo e Stella, ma non ne venne ancora fatto un rilievo definitivo. È uno studio importante, al quale io spero che vorrà provarsi qualche bravo litologo italiano.

Per questa regione di rocce scistoso-cristalline, ricorderò il lavoro del signor Rolle, che ha rilevato il foglio XIX della Carta Svizzera, appunto in corrispondenza ad essa regione. Il testo esplicativo è poco diffuso, ma lo schema stratigrafico è tuttora meritevole di molta considerazione e la chiave di esso se non erro, si è la interpretazione degli *scisti di Losone* (presso Locarno), micaceo-anfibolici, con argilloscisti e con lidite o quarzoscisti, come probabili equivalenti del carbonifero, compresi tra rocce più antiche lungo una sinclinale, che è coricata a sud in corrispondenza dell'estremità settentrionale del Lago Maggiore, interrata delle deiezioni della Maggia ■ del Ticino. Una sinclinale consimile, più a levante, comprenderebbe anche terreni mesozoici e precisamente gli equivalenti del trias inferiore e del permiano ed un lembo di dolomie triasiche, più o meno alterate a Gravedona ed a Dubino, che già ho indicati nella mia Carta geologica della Lombardia come triasici. Così furono indicati del pari nella Carta geologica della Svizzera dei signori Heim e Schmidt (1894), secondo la quale quasi tutta l'area delle rocce scistoso-cristalline della nostra Carta è riferita alle filladi sericitiche ed annessi gneiss cloritici e talcosi (*Sericit - Chlorit - Talk - Gneiss und Phyllite* — Aeltere Krystalline Schiefer). Si osserva però nella spiegazione della Carta che queste rocce sericitiche sono le più giovani del gruppo, pur essendo sicuramente più antiche dei conglomerati e delle filladi riconoscibili come spettanti al car-

bonifero. Con ciò quindi non si esclude che possano queste rocce essere paleozoiche e che si ritorni, almeno in parte, alla determinazione cronologica un tempo assegnata al gruppo degli scisti di Casanna, che io ho conservato nella mia Carta della Lombardia presso a poco come era stata applicata dagli autori del rilievo geologico del foglio XXIV Dufour, i signori Negri, Spreafico e Stoppani. La completa definizione di questo importante problema, a mio avviso, non potrà essere data senza un confronto colla serie paleozoica ed azoica delle Alpi orientali e particolarmente delle Carniche, dove tutta la serie del paleozoico è fossilifera. Per ora accontentiamoci ad una divisione litologica, in generale abbastanza facile, tra formazioni in cui prevalgono i gneiss, altre in cui prevalgono e quindi si fanno, verso l'alto, esclusivi gli scisti micacei, poi argillosi, ed altra con rocce anfiboliche, scistose e massiccie. I graniti attraversano tutte queste rocce e secondo il Rolle hanno, almeno presso S. Fedelino, conglomerato interclusi di rocce anfiboliche.

Dal punto di vista della tectonica, i dati più attendibili sono forniti dallo stesso Rolle e si ponno riassumere: 1° in una lunga sinclinale di andamento largamente arcuato, che dalla Val Vigizzo arriva a Losone, poi prosegue per Bellinzona, forse in rapporto colla accennata sinclinale di Dubino; 2° in una anticlinale, che potremo distinguere coi nomi di Zeda-Camoghè, della quale sarà a cercarsi la continuazione nei monti di Val Gavargna e nel gruppo del Monte Legnone.

Pei dintorni di Finero e di Canobbio possediamo un pregevole lavoro del signor Conte Cesare Porro, del quale do un sunto, ricavandone alcune indicazioni segnate sulla mia Carta. Il lettore che voglia occuparsi delle ricerche litologiche su questa regione, dovrà certamente consultare il lavoro originale, non potendo io riferirne tutti i particolari petrografici, numerosi ed importanti.

Esposta una ordinata revisione delle notizie e delle idee risguardanti la regione ed i dintorni, in particolare richiamando le belle osservazioni dello Studer, del Gerlach e del Gastaldi e le più recenti mie, del Rolle e del Traverso, l'autore espone la serie dei terreni da lui rilevata, ponendola a riscontro colle altre proposte dagli autori precedenti. Questa serie, secondo il signor Porro risulta dal basso all'alto dei membri, che seguono:

a) *Gneiss di Antigorio* (Gerlach) — gneiss granitoide, granito stratificato, verosimilmente rappresentante il gneiss centrale. A sud dell'accennato affioramento di Valle Onsernone, questo gneiss granitoide affiora in una striscia da S. M. Maggiore lungo le Centovalli sin presso Losone, toccando la Val Maggia. In Val Vigizzo,

misura la potenza di circa un chilometro, ma poi si assottiglia, probabilmente indicando l'asse di una anticlinale secondaria;

b) Concordante sopra il precedente gneiss, trovasi a tratti una sottile zona di calcari e di calcescisti con micascisti;

c) Del pari concordanti col gneiss granitoide, seguono altri gneiss, che ponno riferirsi a quelli della Sesia, del Monte Rosa e del Gerlach; contengono le prime piccole lenti di rocce basiche, anfiboliche, peridotiche e pirosseniche, le quali si fanno sempre più numerose verso l'alto; sino a che troviamo:

d) la grossa zona delle rocce basiche, la quale è la continuazione di quella larga « continua massa, attraversata dalla Sesia » dal Toce, che è rappresentata su tutte le carte geologiche;

e) Il gneiss della Strona; contiene ancora piccole lenti di rocce basiche, che scemano lentamente verso l'alto.

Gli scorrimenti, che attraversano questa serie, sono numerosi ma di poca importanza. La direzione generale delle enumerate formazioni è a nord-est; la posizione dei banchi, verticale presso alla metà della zona, inclina verso l'asse di essa ai due lati, più risentita dal lato sud.

La principale differenza tra il gneiss di Antigorio e quello detto della Sesia consisterebbe nella più frequente alternanza di questo con banchi di micascisto e di gneiss biotitico scistoso. Questi micascisti non mancano a volta di staurotide, oppure sono anfibolici. I gneiss sono talora occhiadini. Il gneiss di Beura, descritto diffusamente dal prof. Spezia e dal D. Traverso, equivarrebbe al gneiss della Sesia; non sarebbe constatato un confine netto tra le due zone di gneiss, di Antigorio e della Sesia.

Gli scisti sericitici compajono in questo distretto formando una lunga zona potente da 20 a 100 m. rasente alla massa delle rocce basiche della Cima di Laurasca sin presso Be; poi ricompajono verso Losone. In una sola località sarebbero stati questi scisti sericitici riscontrati anche a sud della massa di rocce basiche, presso Alpe Motto.

Il gneiss della Strona contiene due miche ed è più frequentemente alterato, con tinta ocracea; il quarzo vi forma delle concentrazioni grossolane, angolose.

Molto interessanti sono le notizie, che l'autore espone sulle rocce basiche, costituenti un vero museo litologico, tale da invogliare ogni litologo a cercarne qualche altro di consimile, ad esempio nella Valtellina, come ne trovarono uno assai analogo il prof. Artini ed il compianto Conte Gilberto Melzi nella Val Sesia. Nell'area esaminata la zona di queste rocce comprende il Monte Laurasca,

il Monte Torrione, il Monte Motto, attraverso la Val Canobbina ed il passo di Finero e poi prosegue col Monte Cridone sino ad Ascona, a sud di Locarno. Le rocce basiche si ponno raccogliere in due tipi principali: in peridotiti scovre di feldispato ed in rocce anfiboliche e pirosseniche con feldispato. A questi due tipi del pari si riferiscono le rocce delle varie lenti, alternate coi gneiss ai due lati della zona principale. Come prodotto di alterazione di questi due ordini di rocce, si osservano serpentini con ■ senza bastite, altri serpentini con clorite, talco e tremolite, e talcoscisti parimenti con tremolite. Specialmente il secondo gruppo presenta una grande varietà di rocce, che l'autore raccoglie nei quattro gruppi di anfiboliti feldispatiche con pirosseno, di anfiboliti feldispatiche scistose, di pirosseniti feldispatiche con anfibolo e di anfiboliti feldispatiche zonate. In queste svariatissime rocce basiche pur si osservano contrattificazioni di rocce acide, con andalusite, granato, grafite e feldispato; ma queste lenti hanno sempre tenue spessore. Vene pegmatitiche si osservano così nei gneiss come nelle rocce basiche, però in queste più di rado.

Quanto ai calcari, essi trovansi in lenti più o meno potenti, concordanti nel gneiss della Sesia, negli scisti sericitici, nello Strona-Gneiss ■ sulle rocce basiche, accompagnanti anche le piccole lenti di quest'ultime, come avevano di già notato Gerlach e Gastaldi, questi traendone argomento in appoggio della origine sedimentare dei serpentini. Alcune volte questi calcari sono bianchi, più o meno saccaroidi, oppure anneriti da grafite. Contengono quarzo, granato, muscovite, biotite, pirite, wollastonite ■ tremolite. Sono particolarmente sviluppati cogli scisti sericitici ed i gneiss di Val Loana, presso l'Alpe di Cortenovo, con granato e wollastonite, a Ponte Dorbolo e Pian del Sale associati a scisti tormaliniferi, al Teste Mater, con grossi granati, wollastonite ed apatite. Al Monte Dorbolo il calcare accompagna un'anfibolite con pirrotina aurifera, che fu coltivata. Alla Rocchetta di Sant'Antonio il calcare cristallino, che accompagna una roccia anfibolica, contiene tra i cristalli di calcite dei piccoli cristalli di un pirosseno analogo al diopside.

Alla Rocchetta del Sassone il signor Traverso ha notato un filone di porfiriti dioritica, avente direzione a nord-est.

In Val Melezzo esiste altresì un importante giacimento quaternario, di origine lacustro-glaciale, di cui scrissero lo Stoppani, il Sordelli, il Traverso e più recentemente il D. Benedetto Corti ed il D. Benassi.

Riporto dal libro del D. Traverso, sulla Geologia dell'Ossola, i seguenti più importanti particolari di questo vasto lembo di di-

luviale. Il deposito ha la lunghezza da ovest a est di quasi 12 chilometri, colla larghezza di uno, tra S. Maria Maggiore e Malesco, ed alquanto maggiore presso Re, dove è così costituito, dall'alto al basso. Copre il tutto la morena, superficialmente rimaneggiata ■ terrazzata, che sale sino a 1178 a Fontana verde; i terrazzi sono evidentissimi e spesso simmetrici. Seguono strati di sabbie ed argille sabbiose, con banchi di lignite torbosa, analoga a quella di Castel Novate presso Vizzola, sulla sinistra del fiume Ticino, nel lembo villa-franchiano segnato sulla Carta, ed alle ligniti torbose abbastanza frequenti nella bassa pianura padana lungo le sponde del Ticino ■ dell'Olna. Evvi anche un conglomerato, a volta molto potente, che nella valle del torrente Motta sale sino a 800^m; ma l'autore non dice chiaramente in quali rapporti esso sia colle argille lignitifere; bensì afferma che alla base di esso furono trovati in letti argillosi degli avanzi vegetali. Sottostanno poi a queste argille, che sono disposte e sinclinate, dei banchi assai potenti di breccia rubefatta, alternati con altri di conglomerato, per lo spessore di almeno un centinaio di metri. Sotto alla breccia evvi l'argilla smettica di Re, con tronchi lignitizzati, nella quale si trovarono filliti ed insetti fossili. Il signor Traverso nota come questa argilla sia attraversata da faglie aperte, riempite di argilla laminata, dirette come la valle da ponente a levante e verticali od assai oblique a nord; e riferisce il fatto a pressioni e movimenti orogenetici, manifestatisi nelle Alpi nel quaternario e probabilmente in un periodo interglaciale.

Sotto l'argilla fossilifera si trovano arenarie brecciate e sabbie indurite; più in basso ancora, alla base della formazione, sabbie sciolte, più o meno compatte. Stando ai dati dell'autore, la formazione lacustro-glaciale quaternaria di Val Vigizzo misurerebbe quasi 300 metri, prescindendo dalle morene.

Le specie di vegetali determinate dal Sordelli sono tutte viventi e per due terzi almeno attuali nella Val Vigizzo; ed il deposito si collocherebbe tra quelli di Pianico e Leffe ■ quello di Calprino di Lugano, di cui parleremo a suo luogo. La giacitura dimostra indubbiamente che si tratta di un deposito lacustro-glaciale; ma non parmi abbastanza studiato per inferirne a quale periodo interglaciale possano riportarsi le argille con filliti, studiate dal Sordelli.

Il D. Benedetto Corti, determinate le diatomee di questo deposito, concluse che esso è molto analogo alle dette ligniti-torboscie affioranti lungo le sponde del Ticino e dell'Olna, comprese nel diluvium recente, terrazzato, contemporaneo alle più recenti morene degli anfiteatri. Il D. Benassi aggiunse altre 29 specie ai vegetali

determinati nelle filliti di Re dal prof. F. Sordelli e ne descrisse altresì gli avanzi di insetti; la flora però è tutta recente e ne viene confermata la spettanza al quaternario interglaciale. Lo stato di alterazione del conglomerato soprastante alle argille farebbe ritenere d'altra parte che queste spettino all'interglaciale frapposto tra la prima e la seconda glaciazione, e per meglio dire, tra la penultima e l'ultima invasione dei ghiacciai alpini. In complesso, quindi, il bacino di Re merita ancora uno studio geologico accurato e perciò lo indico agli studiosi italiani, nella speranza che alcuno di essi possa dedicarvi qualche gita, non avendo io potuto ritornarvi dopo la prima visita che vi feci nel 1884, quando raccoglieva gli elementi per quel lavoretto di compilazione, che pubblicai nel volume dedicato dalla Società geologica italiana alla sempre venerata memoria di Quintino Sella. In quel tempo le idee sulle ripetute glaciazioni della catena Alpina erano assai più confuse di quanto non lo siano al presente e l'epoca glaciale si vedeva ancora nel suo complesso, discutendosi ancora i rapporti tra il quaternario ed il pliocene padano. I lavori posteriori, anche di italiani, ed in particolare uno studio dell'ingegnere A. Stella, hanno potuto chiarire alquanto la serie dei fenomeni quaternari nel versante meridionale delle Alpi, ed ora conviene pazientemente, per molti giacimenti, ristudiare la località con buone carte, con esatto confronto delle altimetrie relative e col sussidio delle aumentate cognizioni. Un confronto del bacino di Val Melezzo con quello di Pianico, tra le morene dei ghiacciai dell'Oglio e del Serio, sarebbe a questo riguardo del massimo interesse. Il deposito di Re sembra posteriore a quello di Lefte, con *Elephas meridionalis* e forse contemporaneo alle alluvioni padane ad *Elephas primigenus*; ma con ciò la sua posizione nella scala dei depositi quaternari italiani non è ancora abbastanza precisamente fissata. Tuttavia constatiamo il fatto che esso deposito fu disturbato da rotture, che vi produssero le faglie riempite di argilla laminata; questo fatto è senza dubbio significativo nell'abbozzo orogenetico che è lo scopo principale di queste pagine.

PARTE III.

Regione sulla destra del Verbano a sud del golfo di Pallanza.

Della regione compresa tra il Lago d'Orta ed il Verbano si occuparono in particolare i signori Baretta e Sacco, raccogliendo le osservazioni precedenti, ed in séguito si ebbero soltanto dei lavori speciali, che verrò ricordando.

Questi autori non credono di poter segnare un limite deciso tra i *gneiss* che il Garlach denominò dalla valle dello Strona, ed i *micascisti* soprastanti, che comprendono le masse granitiche del Mottarone e del Montorfano; stantechè vi è un passaggio graduale dall'una all'altra roccia movendo da nord-ovest e sud-est ed entrambe si presentano affatto concordanti. Gli autori riferiscono questi scisti cristallini al paleozoico.

Della massa *granitica* del Mergozzolo, avente la massima estensione da nord-est a sud-ovest di 11 chilometri, con una larghezza massima di 5 chilometri, gli autori affermano la concordanza colle rocce che la comprendono, ritenendo che sia a grossi banchi inclinati dolcemente a sud-est, con fratture normali al piano di stratificazione. Ne risulta una fessurazione poliedrica, che per alterazione atmosferica fa passaggio alla struttura a grossi sferoidi che caratterizza la superficie di quelle montagne. La massa profonda granitica è di granito bianco, la superficiale di granito roseo. La mica è in generale biotitica; però è frequente anche la clorite; si raccolse una bella serie di minerali, in specie alle cave di Baveno.

L'egregio mio collega prof. Luigi Brugnatelli mi ha favorito il seguente elenco delle specie minerali trovate nel granito di Baveno e descritte nelle opere di Struever, v. Rath, Jervis, Artini e Molinari. Sono: fluorite, quarzo, jalite, ematite, limonite, calcite,

feldispati (ortose, albite, oligoclasia), babingtonite, anfibelo, *topazio* (osservato in una drusa appartenente al sig. G. d'Anna), datolite, gadoliscite, epidoto, axinite, prehnite, tormalina, stilbite, bavenite, cabasite, laumontite, miche (muscovite e biotite), cloriti, caolino, apatite, scheelite. Mi informa altresì che nel granito di Montorfano furono dallo Struener determinati: pirite, pirrotina, arsenopirite, quarzo, calcite, feldispati (ortose ed albite), miche, cloriti, stilbite e cabasite; e che secondo Jervis nelle miniere di rame lungo il torrente Spessa si rinvennero: calcopirite, rame nativo, tetraedrite, malachite, blenda, pirite, baritina, anidrite, quarzo. Delle gentili indicazioni rendo grazie all'ottimo amico.

Alla superficie la roccia granitica si sgretola per profonda alterazione dei feldispati ■ produce dei depositi argillosi e sabbiosi; alle caye però la roccia si osserva nella sua struttura originaria. E poi interessante l'osservare le numerose apofisi, che gli autori non hanno avvertito e che furono osservate e descritte prima dal v. Rath e poscia dal D.^r Salomon. Io stesso le notai in compagnia di questo signore, che ne trasse argomento per ritenere indubitabile l'origine eruttiva, però abissale, del granito di questa regione; origine di cui dubitarono i sullodati autori, i quali anzi ammettevano un passaggio in basso dal granito allo scisto gneissico, tanto da sospettare che le due rocce costituissero due *facies* diverse della stessa formazione e da supporre « che le trasformazioni che il micascisto gneissico subisce avvicinandosi al granito debbano considerarsi come il risultato del primo accennarsi dell'azione di quelle forze fisico-chimiche, che, operando nell'intimo della massa rocciosa, condussero al cambiamento della forma petrografica, alla costituzione di una massa granitica; piuttosto che il risultato di un'azione esercitata sul micascisto gneissico da una massa granitica eruttata come lava ed espandentesi sopra la roccia scistosa. » Nè meno stretti parvero ad essi autori i rapporti tra il granito e lo gneiss, così da considerare questo granito come un'accidentalità di struttura periferica e da confermare l'opinione del Gastaldi, il quale nelle Alpi non vedeva espandimenti granitici. Manca tuttora uno studio dettagliato, che sciogla la questione della genesi e dell'epoca di queste masse granitiche; ma sono importanti le osservazioni pubblicate dal D.^r Salomon, che però lasciano ancora largo campo per la determinazione cronologica della iniezione abissale della massa granitica tra gli scisti e gli gneiss scistosi. Il grosso filone di quarzo, che limita a levante la massa granitica di Baveno, sarebbe dal D.^r Salomon attribuito ■ secrezione acida e corrisponderebbe ad una faglia; questo filone viene al presente escavato per trarne quarzo per l'industria

vetraria e tra il materiale estratto si veggono dei bellissimi campioni di quarzita includente dei frammenti angolosi di micascisto, a guisa di breccia.

Dallo sviluppo superficiale dei *micascisti* nel gruppo montuoso del Mottarone, avuto riguardo alla prevalente inclinazione di 30° est-sud, gli autori inducono uno spessore di questa formazione di circa 4600^m. In realtà, essendovi moltissime ondulazioni, anzi potendosi intravedere una sinclinale coll'asse in corrispondenza al valico di Croce di Colla, lo spessore verrebbe ad essere assai ridotto, a poco più di 800^m. La massa inoltre sarebbe infranta per fratture frequenti, dirette a nord-ovest, collegate colla origine dei filoni metalliferi di Alpe Feglio, Motto Piombino, Nocco e Brovello. La roccia è essenzialmente un micascisto quarzifero; rarissimi sono i gneiss granatiferi, meno rari i passaggi ad un gneiss minuto; frequentissimi e talora potenti gli accentramenti di quarzo grasso. Per gli autori tutti questi scisti cristallini, colle masse granitiche prodottesi in grembo ad essi per metamorfismo, apparterebbero alla parte superiore della zona delle *pietre verdi* o dei *terreni cristallini recenti* del Gastaldi. Si escludono esplicitamente i fenomeni di contatto nel micascisto presso al granito. Si avvertono nel micascisto, al pari che nel granito, dei dicchi anche potenti di rocce granulitiche ed io ne osservai uno dello spessore di 20^m presso al lago a sud di Stresa. Il signor D.^r Carlo Reale osservò un dicco di porfido presso Nebbiuno che si dirige a nord-est verso la punta di Arolo.

Sui giacimenti metalliferi di Motto Piombino, con prevalenza di blenda e di galma, scrissero gli ingegneri Molinari e Martelli; il tenore dell'argento nel minerale più ricco di Nocco sarebbe, secondo Iervis, di 0.0255 % di piombo d'opera. Evvi altresì un giacimento di calcopirite di qualche importanza nel torrente Selva Spessa, a due chilometri ad ovest di Baveno, al contatto del granito col micascisto.

Quanto ai *porfidi*, pur tenendo calcolo delle notizie del professore Mercalli e di quanti hanno ancor prima riconosciuta l'analogia di essi coi porfidi luganesi, i nostri due autori non sembrano del tutto convinti della origine eruttiva di quelle rocce e nemmeno del loro stretto legame cronologico e litologico con detti porfidi e con quelli di Borgosesia e Crevacuore, che ne fanno seguito più a ponente; fatti che a me pajono indubitabili. Siccome delle notizie del signor Mercalli tacque del tutto in un suo recente lavoro preventivo il signor D.^r Max Kaeck, mentre a me sembra che tuttora quelle notizie costituiscano quanto di meglio si co-

nosca in argomento, così reputo mio dovere di riassumerle brevemente; attendendo che anche dopo la annunciata monografia dello studioso forestiero lo studio sia completato da qualche geologo italiano.

Ad Arona, la formazione porfirica consta di *tufi e conglomerati porfirici*, inferiori, e di *porfidi in massa*, a quanto pare concordanti coi soprastanti calcari triasici, che inclinano a sud-est di 35° a 40°. Tra il porfido ed il calcare non fu osservato il conglomerato del trias inferiore, di cui fanno cenno il Pareto e l'Omboni. La formazione detritica inferiore risulta di breccie porfiriche, rilegate da detrito fangoso ed il Mercalli la giudica un tufo porfirico simile a quelli di Fabiasco e Grantola, spettanti, come vedremo, alla seconda fase di attività del centro vulcanico luganese.

Al di sotto del tufo porfirico, si trova un'arenaria formata da ciottoletti di quarzo, di micascisto e di porfido bruno, quale si incontra presso Invorio; l'arenaria si alterna con un conglomerato con pezzi di porfido sino a 10 centimetri e più. Posa sul micascisto, che nella valle del Tiasca è disseminato di tormalina.

Anche sotto al Castello di Angera si osserva il tufo porfirico; e l'autore ne spiega la posizione ammettendo che quivi esista una anticlinale, per cui esso tufo affiori nella parte mediana della massa porfirica. Fatto sta che sotto al Castello di Angera il porfido è discordante dal calcare soprastante e che un evidentissimo piano di scorrimento divide le due formazioni; questo potrebbe essere il caso anche del contatto tra il porfido ed il calcare nei dintorni di Arona, pur essendovi un'apparenza di concordanza.

A Dagnente ed a Montrigiasco, i tufi porfirici verdi si stendono sotto ai porfidi. Anche a nord del porfido di Arolo affiora un conglomerato di porfido rosso-vinato.

Altra massa porfirica, color rosso mattone, si stende tra Briga, Gozzano ed Invorio. Lungo il torrente Vina si trova un dicco di porfido quarzifero, nel micascisto, diretto da est a ovest, potente un centinaio di metri; alla salbanda sud vi è una roccia verdognola potente due metri, forse di porfido alterato, con impigliati dei pezzi di micascisto; alla salbanda nord si vede il porfido associato ad una roccia grigio-verdognola simile a quella della salbanda sud; poi segue il micascisto, nel quale tanto il feldispato quanto il quarzo sono arroccati.

Parmi interessante la serie di rocce che, secondo il Mercalli, si attraversa ascendendo i colli a nord-ovest di Invorio superiore; e perciò la riporto testualmente, persuaso che la geologia non consista proprio tutta in osservazioni al microscopio.

1° Pochi minuti sopra Invorio, un'arenaria di colore grigio verdognolo ad elementi porfirici, contenente molti cristallini di feldispato. Non fa nessuna effervescenza agli acidi.

2° Un porfido a pasta grigio bruna, in alcuni punti quasi nera, disseminato da cristalli piccoli e bianchi di feldispato. La superficie di frattura sono rivestite da incrostazioni di carbonato di calcio.

3° Porfido colore cioccolatte con piccoli cristalli di feldispato, conservanti un bel colore roseo, senza quarzo libero in cristalli macroscopici, e alcuni cristallini neri (di augite?). La roccia affiora con uno spessore di pochi metri (circa tre); subito dopo seguono:

4° Alcuni banchi di tufi porfirici diversi, grigi, bruni, neri con una potenza complessiva di circa 100 metri, i quali in alcuni punti prendono l'aspetto di una vera lava scoriacea. Questi tufi sono disseminati di cristallini di feldispato di un bel roseo vivo, simili a quelli presentati dalle lave n. 3 e n. 7. È quindi probabile che queste rocce rappresentino la forma detritica e scoriacea dei porfidi eruttivi, sgorgati dall'interno della terra insieme a queste lave in massa.

5° Porfido globulare a pasta nera, simile per l'aspetto a quella di un basalto, con molti nuclei sferoidali, bianco-cenere, talvolta raggiati, aventi in generale $\frac{1}{2}$ ad un centimetro di diametro. Vi è qua e colà, come elemento accessorio, qualche nucleo di minerale verde simile a steatite.

6° Conglomerato porfirico di colore cioccolatte bruno, con molti nuclei di un minerale verde, molle, di aspetto cereo.

7° Un potente banco porfirico, che emerge dalle altre rocce a forma di un grande muraglione, avendo resistito assai più di questo all'azione degraditrice degli agenti meteorici. In lontananza par di vedere un muro maestro di un forte mediovale diroccato. Il porfido di questo banco presenta una pasta molto compatta di colore cioccolatte, disseminata porficamente di molti cristallini di feldispato roseo o rosso. Manca il quarzo libero tra gli elementi macroscopici. Presenta nelle fessure incrostazioni superficiali di calcite.

8° Segue un tufo porfirico verdognolo simile a quello di Dagnente. Contiene rare pagliettine di mica argentea.

9° Arenaria quarzoso-micacea, senza cemento, con ciottoli rotolati di porfidi di colore rosso bruno e bruno-vinato, con nuclei di un minerale verde (clorite?).

10° Breccia porfirica assai dura di colore cioccolatte bruno, formata in gran parte da pezzetti di porfido saldati molto solidamente tra loro ma senza cemento apparente.

11° Tufo porfirico molto somigliante a quello menzionato al n. 8°.

12° Un'arenaria molto decomposta, probabilmente mancante di elementi porfirici.

Tutta questa formazione arenaceo-porfirica riposa immediatamente sopra un micascisto molto ricco di mica, a strati contorti e diretti presso a poco secondo ovest-est.

La formazione porfirica d'Inverio superiore è topograficamente compresa tra i dicchi di porfidi rosei di Monte Mesma-Buccione e quelli rosso-mattone di Montrigiasco-Arona, ai quali il Gerlach associava. Ma il Mercalli crede invece essa debba essere distinta tanto dagli uni quanto dagli altri. La formazione porfirica in discorso, per la sua posizione stratigrafica corrisponde perfettamente a quella di Montrigiasco-Arona; epperò si può ritenere contemporanea ad essa. Ma, i porfidi ed i tufi annessi essendo notevolmente diversi da quelli di Montrigiasco-Arona, come pure da quelli di Buccione-Monte Mesma e di Bolzano-Briga, è molto probabile che siano il prodotto di un centro eruttivo proprio, distinto dagli altri centri eruttivi della medesima epoca.

Nelle conclusioni, il prof. Mercalli afferma che i porfidi della regione tra il Ceresio ed il Verbano devono essere distinti almeno in quattro gruppi: 1°, porfidi rosei e grigi quarziferi, in dicchi presso Buccione ed in banchi sovrapposti ai micascisti a S. Martino di Bolzano; 2°, porfidi di color nerastro, bruno-rossigno e verde-cupo di S. Martino e del Molino di Grata, probabilmente corrispondenti ai porfidi neri del Luganese; 3°, porfidi color cioccolato, senza cristalli macroscopici di quarzo ad Inverio superiore; 4°, porfidi quarziferi rosso-mattone di Angera, Arona, Montrigiasco e Bolzano-Briga. Questi porfidi e quelli segnati al n. 1° probabilmente corrispondono ai porfidi rossi del Luganese. I porfidi di questa regione sono lave, come le dimostrano i dicchi ed i tufi porfirici; le eruzioni avvennero dopo la formazione ed il sollevamento degli scisti micacei e sono anteriori al deposito delle dolomie triasiche di Angera e di Arona. Durante l'epoca liasica, le formazioni porfiriche, almeno in parte, erano emerse dal mare, come attestano i potenti banchi di breccia calcareo-porfirica liasica di Inverio Superiore e di Gozzano. Si potrà precisare maggiormente l'epoca delle eruzioni porfiriche con ulteriori confronti litologici e con eventuale rinvenimento di fossili nei tufi più minuti. Assai probabilmente esistettero quivi diversi centri eruttivi distinti.

Il Mercalli descrive inoltre un potente dicco di *diorite porfiroide* al Monte Rosso, presso Pallanza, ed altri dicchi a Suna e tra Intra e Ghiffa. Assai probabilmente sono analoghi ad un dicco potente

circa 20 metri, che ho osservato lo scorso novembre a sud di Stresa, verticale tra i micascisti, di una roccia porfiriteica, di apparenza amorfa, analoga a quelle apliti che formano i noti dicchi e vene nel granito di Baveno. Per la tenuità del loro spessore non ho potuto indicare questi dicchi sulla Carta; ma ne rilevo l'importanza come altro dei molti argomenti, che i giovani geologi italiani troveranno da trattarsi nella regione in discorso, per non lasciare campo aperto agli studiosi stranieri, ai quali non par vero di potere, qui da noi, divertirsi e preparare dei titoli per la loro carriera.

Il calcare di Arona, alquanto dolomitico, a distinta stratificazione in basso e massiccio, ma fessurato ■ brecciato in alto, spetta indubbiamente al trias, come dimostrò il prof. Parona con un paziente studio dei mal conservati fossili, che esso calcare contiene, i più allo stato di nuclei ■ di impronte. La formazione calcare si estende per oltre due chilometri, sin oltre al torrente Vevera ed inclina a sud-est di circa 40°. Il colorito del calcare è rossiccio o giallo, la struttura compatta, cerea, a volta alveolare, per la copia della vestigia di alghe calcari *Gyroporella*. Baretta e Sacco ritengono con ogni probabilità triassico anche il tenue affioramento calcare di Invorio. Questi calcari forniscono abbondante pietrisco per le strade e pietra da calce. Il prof. Parona ha determinato diverse specie di molluschi del trias medio, ma ha rilevato che le *Gyroporella*, abbondanti in uno strato soprastante alla zona fossilifera, spettavano a forme del piano *norico*, il più profondo del trias superiore. In sostanza da questo punto si diparte quella zona di dolomie infraraibiane, che riferite, quali al *Muschelkalk*, quali al piano di Esino dai diversi autori, si accompagnano sino al limite orientale della nostra Carta, passando per le località che verremo indicando.

Presso Invorio affiora un altro lembo di dolomia, che per somiglianza di roccia a quella di Arona si riferisce pur esso al trias.

Al paese di Gozzano affiora invece un altro calcare, superiormente roseo ed inferiormente di un rosso vivo, brecciato ad arenaceo, a luoghi altresì con copiosi frammenti di porfidi; alcuni ristretti affioramenti ne indicano la continuazione verso nord-est. Questo calcare serve anche per pietra ornamentale ed abbonda di fossili, che furono studiati ed illustrati dallo stesso prof. Parona in due pregiate pubblicazioni. La fauna è abbastanza nota per potersi riferire il calcare di Gozzano al *lias inferiore*, però ad un piano alquanto più alto che gli analoghi calcari rosei, brecciati, di Arzo e Besazio, di cui vedremo più avanti.

Altri terreni secondari non furono indicati alle falde di questo gruppo del Mottarone; e dei terziari esiste soltanto il pliocene,

affiorante nei solchi vallivi, dove fu rimosso dalla erosione il terreno quaternario; ed anche questi affioramenti pliocenici furono accuratamente descritti dal prof. Parona, che raccolse altresì le notizie riguardanti le argille fossilifere del pliocene, rinvenute nel traforo di pozzi presso Gozzano. In questa regione a sud del Lago d'Orta il pliocene si eleva sino ai 380^m sul livello marino, presso all'affioramento porfirico della torre del Buccione. Notisi il fatto assai rilevante che nessun lembo pliocenico sia stato scoperto sulle sponde del Lago d'Orta, pur essendo il livello di questo a soli 290^m sul mare.

Il terreno quaternario, nei suoi vari aspetti, venne esaminato con molta cura dai signori Baretta e Sacco; ■ posteriormente dal Sacco, in successivi scritti, in particolare nella sua monografia dell'anfiteatro morenico del Verbano.

Durante l'ultima glaciazione ■ meglio ancora nelle precedenti, tutto il gruppo montuoso del Mottarone fu coperto dal ghiaccio, emergendone soltanto una stretta area ellissoidale nella parte più elevata. Sul versante settentrionale, i depositi morenici si innalzano sino oltre i 950^m, ad esempio all'Alpe della Colma. Sul lato orientale sono sviluppatissime le morene nella valle di Selva Spessa, cominciando dall'Alpe Camoscio ■ scendendo sin quasi al lago; è stupendo il terrazzo morenico a sud del Monte Castello sin oltre l'accennata valle di Selva Spessa. Seguono a sud le morene di Alpe Giardino, che si continuano con quelle dell'alta Valle del torrente Erno. Del pari sviluppate sono le morene presso Gignese, che cingono a sud il Mottarone, accennando ad una fusione del ghiacciajo del Verbano con quello del Toca. Le morene però non coronano ma circondano le alture, scendendo mano mano ai dintorni di Inverio, dai quali si dipartono la principale cerchia morenica dell'anfiteatro verbano e la cerchia di Gozzano, nell'anfiteatro del ghiacciajo ossolano. Morene insinuate si osservano oltre che a Gignese, a Vezzo, Carpu gnino, Fosseno, Colasca, Corciago, Pissano, Ghevio. Sono poi assai frequenti ed evidentissimi gli arrotondamenti, i lisci e le solcature per erosione glaciale; ricorderemo, tra i più noti, quelli delle Isole Borromee e al Motto S. Carlo, nei pressi di Dagnente. È pur notevole la presenza di distinti terrazzi morenici, dei quali i più elevati e conservati, con allineati cordoni paralleli, si osservano presso la Croce di Colla. Numerosi sono gli erratici, tra cui si cita quello di serpentino sulla destra del torrente Fiumetto, del volume di 1500^{m³}, che venne battezzato dal Gastaldi col nome di *Sasso Martins*, in onore del suo collaboratore in quella importante memoria, che aperse lo studio

dei fenomeni glaciali in Italia. Altri massi dietro la cappella della Salette, presso l'albergo alpino di Prato Fiorenze e sotto Nocco nell'alveo del torrente Erno; ed altro ancora presso Gattico, Comignago e Borgo Ticino nell'anfiteatro morenico.

Nel lavoro sull'anfiteatro morenico del Verbano, il D.^r Sacco distinse le alluvioni diluviali anteriori all'ultima espansione glaciale dalle alluvioni posteriori, che egli confuse nel suo periodo *terrazziano*, escludendo così dalla serie il *diluvium recente*, nel senso che questo venne opportunamente distinto da poi dall'ing. Stella nell'importante suo studio dei terreni quaternari della Valle Padana. Nella mia carta ho procurato di togliere questa confusione, limitando il posglaciale alle alluvioni inferiori ai più marcati terrazzi, di cui l'incisione corrisponde appunto all'ultima ritirata dai ghiacciai.

I lembi di alluvioni diluviali sono alla superficie alterati in un terreno ocraceo, assai somigliante al *ferretto* delle nostre *Baraggie* e *Groane*. Se non che la originaria quasi assoluta mancanza di rocce calcari ha determinato questa differenza, che il *diluvium novarese* è meno ocraceo — più sabbioso del *ferretto* lombardo, e mancano in profondità quei potenti banchi di *conglomerato* (ceppo) che vedremo sviluppatissimi e quasi continui sotto all'anfiteatro morenico e sotto al diluviale decomposto dall'altipiano milanese. È probabile che il *diluvium* di Gattico passi alla morena antica. Presso Borgo Ticino i signori Penck, Brückner e Du-Pasquier hanno distinto le morene antiche dalle recenti; ma una separazione dettagliata dalle tracce delle successive glaciazioni nell'anfiteatro verbanico non fu ancora eseguita, nè parmi agevole; stantechè, essendo stati poco dissimili i limiti raggiunti successivamente nelle varie espansioni glaciali, le morene più recenti ricoprirono le morene alterate quasi ovunque. La ristrettezza della carta d'altronde non mi permette di introdurre quelle poche indicazioni, che avrei in proposito raccolte. Solo affermo la precedenza di un *diluvium* alle morene recenti come un fatto fondamentale nella interpretazione dei fenomeni orogenetici, svoltisi nel periodo quaternario. L'apice dell'antica corrente diluviale del Toce dovette raggiungere almeno l'altitudine di 500^m sul livello attuale marino; poi fu eroso e piallato nelle successive discese del giacciajo ossolano. Altrettanto avvenne della conoide antica rispondente a quei corsi d'acqua, che percorrevano la porzione inferiore dell'attuale depressione del Verbano; quando, come vedremo, le acque della valle Intrasca, della valle Canobbina, delle Centovalli, dell'Onsernone e della Maggia si avviavano verso il territorio Varesino per le vie, che procurerò di indicare nel corso del presente lavoro.

Sono abbastanza importanti i depositi torbosi nel gruppo del Mottarone; furono indicati e descritti dai signori Baretta e Sacco. I principali sono i seguenti, che sono dovuti in generale alla orografia creata dai depositi glaciali, foggiate a cordoni morenici e rappresentano altrettanti laghetti, di origine glaciale, di uno dei quali, nella valle di Carpagnino, rimarrebbe tradizione che si vuotasse rapidamente per uno scoscendimento nella valle del torrente Erno.

Sul versante est è indicato un deposito torboso ricco di tronchi d'albero dietro la Cascina Prevostana, presso Baveno; un altro, di ragguardevole estensione, alle origini del torrente Scozia, dall'Alpe di Font all'Alpe dell'Albero; parecchi nei dintorni di Cignone, nelle vicinanze della Croce di Colla, all'Alpe Pollina, all'Alpe Cassone; anche nel versante occidentale del Mottarone, si hanno torbiere nella valletta a nord-ovest di Ameno e a nord di Arno. Nel versante sud, abbiamo le torbiere di Ghevio, di S. Carlo e quella vastissima tra Inverio e la Cascina Colomba, di oltre 6500 metri quadrati in superficie. È poi specialmente importante dal lato industriale la torbiera di Magagnino, descritta dal prof. Mercalli; fu scavata per oltre 15 anni, con abbondante rinvenimento di tronchi di faggio, betula, ontano, rovere, castano, larice ed abete, le quali due ultime essenze sono attualmente scarsissime in quelle regioni. Ricorderò infine i rinvenimenti paleontologici nella torbiera di Mercurago, corrispondente ad un laghetto abitato con palafitte in epoca neolitica.

Le conclusioni, che i signori Baretta e Sacco, parecchi anni or sono, credevano di poter trarre dalle esposte nozioni geologiche riguardanti questo gruppo del Mottarone, mi sembrano tali che gli stessi autori ora ne abbandonerebbero più d'una: ad esempio, che al termine dell'era paleozoica questa porzione della catena alpina, insieme col rimanente della catena stessa, fosse delineata e che i porfidi formassero la sponda del mare di Arona a Masserano; che il mare mesozoico penetrasse in piccolo *fyord* sino ad Inverio e con altri due verso Gozzano e Maggiore; che presso a poco fossero analoghi i limiti del mare pliocenico; che allo scorcio del pliocene sia intervenuto il distacco del gruppo del Mergozzolo dalla massa alpina, colla formazione dei due solchi, di Mergozzo e di Gravedona. Eravamo ancora ai tempi mitologici della geologia orogenetica; nè ora saprei che cosa sostituire precisamente a tali ipotesi, poichè è necessario un esame della tectonica reale per poter fare qualcosa di meglio che un romanzo. La formazione del Lago d'Orta è altrettanto complessa come quella di tutti i laghi prealpini, rappresentando essa uno dei mille casi di trasformazione in bacino lacustre

di un'antica via delle acque, in causa di movimenti di massa, di mutamenti idrografici per catture ed epigenesi ■ per l'erosione innegabile, esercitata dai ghiacciai. A differenza degli altri laghi prealpini, il Cusio offre sulle sue sponde un terrazzamento evidentissimo e continuo, che va attribuito all'incisione posglaciale della briglia morenica e alluvionale di Omegna. Qualcosa di simile è accaduto anche pel Verbano e pel Lario, come vedremo; ma in misura più limitata ■ lasciando tracce meno continue e meno conservate. La incisione dei due successivi passaggi del Toce, per la depressione occupata dal Lago di Mergozzo, profondo metri 74 ■ per quella seguita attualmente, è un fatto dello stesso ordine di molti altri, che concorrono a persuadere come col progressivo diminuire delle precipitazioni atmosferiche le correnti acquee si sieno fatte più tortuose. I ghiacciai ripresero temporaneamente le antiche vie delle acque; ma in epoca posglaciale si ebbe quello immiserimento di correnti, di cui tutti si accorgono appena che contemplanò un panorama alpino o prealpino, senza il preconconcetto delle immaginarie spaccature, larghe per chilometri; le quali, per poco che ci si pensi, avrebbero dovuto impedire lo stabilimento dei corsi d'acqua ed aprire invece altrettanti allineamenti di manifestazioni endogene. I vulcani sarebbero sorti dove invece discesero fiumi ■ ghiacciai e si stese l'incantevole specchio dei nostri bei laghi.

A proposito di questa regione, a ponente del Verbano, non sarà ingrato al lettore che io brevemente riassuma il bel lavoro del D.^r G. De Agostini sul Lago d'Orta, trattandosi di un particolare oro-idrografico, che forma quasi appendice alla classica regione dei tre Laghi ■ di uno studio tra i più completi tra quei molti che fanno ricca la letteratura limnologica.

Il Lago d'Orta o *Cusio*, ha il suo specchio a 290^m sul mare ■ presenta una forma allungata da nord a sud, con una penisola, presso la cittadella che dà nome al lago, che tocca l'altitudine di 401^m, ■ con un'isoletta, detta di S. Giulio, di forma quasi ovale, lunga 275^m. La lunghezza del lago è di Km. 13.4; la larghezza massima di 2600^m, tra il Monte S. Giulio e Cascegnà, con un perimetro di Km. 93, ed una superficie di Km². 18.15, compresa l'isoletta. Si possedevano alcuni dati batometrici del sig. Conte Enrico Marozzo della Rocca e del prof. Pietro Pavesi; ma lo studio completo del fondo di questo lago, rilevato con oltre 700 misure, fu compiuto dal sig. De Agostini. Il fondo del lago risulta formato da due bacini, separati da una dorsale sommersa tra la punta di Crabbia e Ronco; il bacino settentrionale, il più profondo, ha la massima profondità di 143^m nella sua parte centrale tra Osio e il

Casello ferroviario N. 32, e gran parte del fondo è presso ai 100^m sotto al livello. La parte più depressa del bacino meridionale si trova ai piedi del Monte Camosino, di fronte a Pettenasco, con largo piano 122^m. Il fondo quindi nella sua linea mediana è molto regolare e per vasti tratti quasi piano. La dorsale rilevata 43^m sul fondo del bacino settentrionale e 22^m su quelle del bacino meridionale, non troverebbe nella conformazione e nella natura delle sponde una spiegazione soddisfacente; forse è dovuta a deposito morenico, se questa ipotesi può estendersi ad altre due dorsali, più elevate, che trovansi nel bacino del Ceresio. Ma a questa ipotesi altri può trovare una facile obbiezione nel fatto che qualche cosa di analogo pur dovrebbe trovarsi nei maggiori bacini del Verbano, del Lario e del Garda ■ meglio ancora in quello del Sebino, così simile per forma al Cusio. Può anche trattarsi di un'accidentalità dovuta a maggiore compattezza della roccia sul fondo, piuttosto granitica che gneissica o scistosa, come pensa il sig. De Agostini. La posizione altimetrica di questo bacino è chiaramente dimostrata da uno schema dell'autore, che si può ridurre alle cifre seguenti, che porgono il confronto colla posizione degli altri principali laghi insubrici.

	Altitudine del livello	Altitudine del fondo
Lago d'Orta	290	147
Lago Maggiore	194	—178
Lago di Lugano	266	—22
Lago di Como	199	—215
Lago d'Iseo	185	—65
Lago d'Idro	368	245
Lago di Garda	65	—231

La superficie del bacino scolante nel lago è di soli Km². 102, cioè 5.6 volte la superficie del lago, che non ha quindi confluenti ragguardevoli. L'emissario, detto *Nigoglia*, venne artificialmente ridotto ad una portata costante di 3000 litri al minuto secondo, e rappresenta certamente anche il tributo di sorgenti. Nelle piene del 1868 il livello s'innalzò di circa tre metri e nella siccità del 1896 scese di 0.95 sotto il livello ordinario. L'emissario, dopo un chilometro dall'uscita dal lago, si unisce allo Strona, il quale è affatto indipendente dal bacino lacustre per una briglia di micascisto, che sopporta le dejezioni e le morene superficiali tra Cireggio e Omegna.

L'autore, esaminate le varie ipotesi che si ponno elevare per la spiegazione di questo lago, conclude col dare la preferenza a

quella della erosione glaciale. Nello stato presente delle nostre cognizioni sull'argomento, credo io pure che egli abbia ragione, senza escludere la possibilità che qualche movimento di massa, in epoca quaternaria, abbia anche per questa antica valle del Toce determinata la contropendenza, che è cagione del lago; lasciando poi che l'immane linea del ghiacciaio ossolano completasse l'opera, come è avvenuto per gli altri bacini lacustri alpini e prealpini. Ciò sia detto non tanto per quello spirito di ecclerismo, che di solito precede in lavori di compilazione come il presente; ma perchè il fatto della formazione dei bacini lacustri è per sua natura così complesso e molteplice da essere proprio necessario il ricorrere a più cagioni concomitanti piuttosto che ostinarsi nell'esagerare l'una o l'altra di esse per amore di sistema. Lo sviluppo delle morene attorno alla conca del Cusio e nella depressione parallela di Armeno, col bellissimo anfiteatro, che si svolge da Bugnate a Bolzano, è una prova non dubbia della lunga insidenza del ghiacciaio, potente almeno un migliaio di metri, che strisciò per secoli, trascinando sul fondo la macerie dei massi alpini. Si può mai ammettere che questo fondo non abbia risentita una profonda abrasione per tanto lungo e pertinace lavoro? Coloro che vorranno approfondire la questione si daranno la pena di rilevare, con attento studio delle Carte quotate, la probabile posizione dei *thalwegs* terziarii e quaternarii, per questo e per gli altri bacini lacustri prealpini. Per ora mi limito a ricordare quanto ho accennato più sopra; che, cioè, il pliocene marino, esteso al limite meridionale di questo lago, non fu sino ad ora osservato in alcun punto del suo bacino più a nord; e questo è il caso altresì del Verbano e del Garda, che presentano a valle le note località di Taino e del S. Bartolomeo di Salò.

PARTE IV.

Regione tra il Verbano ed il Lario.

CAPITOLO I.

Generalità e notizie bibliografiche.

Il Canton Ticino Meridionale o, come dicono gli Svizzeri, l'Oltre Ceneri, è così strettamente unito, orograficamente ■ geologicamente, col circondario di Varese, che tutti gli autori che trattarono dell'una regione con qualche concetto generale non poterono dall'altra separarlo, sia che ne descrivessero le formazioni geologiche o la giacitura di minerali o la conformazione orografica, oppure discorressero del Verbano, il quale lambe a ponente l'una e l'altra contrada, o del Ceresio che si annida colle sue strane diramazioni nei limiti di entrambe, protendendo altresì il suo corso settentrionale di Porlezza nella provincia di Como. Se vi è al mondo una regione, che faccia pensare al medioevale contrasto tra le barriere doganali e politiche e le comunicazioni naturali, la è questa certamente; e per nostra disgrazia non è la sola per l'Alta Italia.

Volendomi scegliere una regione di cui studiare l'orogenia, la quale regione fosse abbastanza nota ed altresì alla portata, ed amena ■ svariata, e quindi simpatica a percorrerla ad onta delle accennate barriere, non poteva dubitare a lungo, anche per la circostanza che essa mi è carissima, richiamandomi amici diletteggianti, purtroppo scomparsi, i quali vi compiono laboriosissimi studi. Inoltre vi passo ogni anno qualche tempo, coi miei figli o coi miei allievi, sempre trovandovi qualcosa di nuovo, sempre desideroso di tornarvi per ricerche ulteriori.

Nè paia strana questa inesauribilità di osservazioni in un campo così esplorato; poichè la regione è molto coperta da coltivi

e da boschi quasi dovunque ■ la roccia in posto affiora soltanto per pochi tratti dalle formazioni moreniche ed alluvionali o dal suo proprio sfacelo. Epperò, quando sarà il caso di farne un rilievo definitivo in scala sufficiente, si può star sicuri che si troveranno altre molte particolarità degne di nota e si potrà mettere insieme una carta geologica alquanto diversa da quella che ora ho pubblicato come riassunto delle pubblicazioni precedenti, mie e d'altri autori. Non credo però che queste particolarità siano per alterare di molto lo schema stratigrafico, che, anche solo in base alle notizie attuali si può architettare a norma di una ricerca orogenetica preliminare, fatta allo scopo di aprire piuttosto che di esaurire un argomento di qualche interesse anche pel geografo. Risultati importanti e generali non sono da aspettarsi in così modesto lavoro; ma nemmeno sono a temere dei grossi errori, io spero, trattandosi di un'area relativamente nota così nella sua topografia come nella struttura geologica. Le carte alla scala di 1: 25.000, italiana e svizzera, ne danno sufficiente idea, senza che occorra una dettagliata descrizione, la quale sarebbe noiosissima ed altrettanto inutile pel mio scopo. I particolari minuti concernenti la distribuzione, la forma e le differenze altimetriche e di fisionomia dei diversi rilievi, a seconda della natura del terreno, si percepiscono assai meglio di quanto si possano descrivere o leggere descritti, quando si abbia una carta geologica, anche in scala non grande, la quale aiuti la intelligenza della carta topografica; poichè oramai tutti sanno distinguere una montagna calcare da una cresta dolomitica, un dosso arenaceo o porfirico da un monte scistoso, solcato da infinite vallette quasi equidistanti. Stando poi sopra una vetta, ad esempio il Campo dei Fiori, il Pianbello, il Poncione di Ganna, il S. Giorgio, il S. Salvatore, il Monte di Brè, il Monte Generoso od altra delle più frequentate ■ decantate cime della regione, si vedono distintissimi gli allineamenti stratigrafici, tenendo d'occhio il vario colore della roccia ■ dello sfacelo di essa, la diversa intensità della vegetazione ■ spesso le particolarità nell'andamento delle depressioni vallive ■ lacustri. Pertanto noi dobbiamo piuttosto badare ad alcuni fatti principali, che certamente si collegano colla orogenia di queste regioni e che, anche se non arriveremo a spiegare del tutto, meritano, per la stessa loro generalità ed importanza, di essere posti in rilievo e tenuti di vista per una spiegazione futura. Mi pare che questi fatti si presentino distinti come segue:

1° Le massime altitudini delle regioni sono allineate lungo lo spartiacque del bacino lariano, e sono il Monte Menone (2247),

il Monte Galbiga (1797), il Monte Generoso (1695); dal qual crinale alle sponde della massima depressione lacustre ove stagna il Verbano, col livello a 197 e col fondo a — 178, si stende una regione montuosa con rilievi di altitudini inferiori ai metri duemila per la porzione nord ed ai millecinquecento per la porzione sud dell'area in esame;

2° In questa regione montuosa, sono scavate delle amplissime valli, le quali sono evidentemente sproporzionate alla tenuità delle correnti che le percorrono al presente;

3° Vi sono delle depressioni vallive, che hanno l'aspetto di mozziconi di valli, state abbandonate nell'evoluzione orogenetica, come la Valle Cuvia, la Margorabbia, la Valle della Tresa, la depressione del lago di Varese, quella del lago di Comabbio, i due sbocchi meridionali del Ceresio, di Porto e di Mendrisio, ed il ramo di Porlezza del Ceresio;

4° Ad altitudini varie, oscillanti le più tra i 500 e gli 800 metri, si trovano altipiani più o meno vasti, che ponno interpretarsi come vestigia di antichi ed ancora più vasti fondi di valle. Ad esempio i pianori di Cuio (556), Cademario (796), Rovello e Sarosa (426-437) presso Lugano, Brè (822), Carona (601), a sud del S. Salvatore, Arogno (608), Borgnana, Cuasso al Monte e Cava gnano (477, 524, 581) a ponente di Porto-Ceresio, Serpiano (636) e Albio (586) ai due lati del Monte S. Giorgio (1100); Pianizzi e S. Michele in Val Travaglia (presso a 800), ecc.;

5° Una depressione, pur essa non corrispondente ad un proporzionato corso d'acqua attuale, attraversa quasi parallela al ramo principale del Ceresio il gruppo di monti tra questo ramo ed il ramo occidentale Agno-Porto; essa pure inspiegabile nello schema dell'idrografia stabilitasi in periodo posglaciale;

6° I due massimi bacini, del Verbano e del Ceresio, presentano la loro massima profondità nella porzione più a monte; e nelle sezioni che si ponno levare dalle carte batimetriche di entrambi i bacini non si avverte alcun caso di terrazzamento quale sogliono presentare le valli scavate dalla sola erosione fluviale e quale si avverte sui versanti dei monti, che si specchiano in questi laghi;

7° Per quanto irregolare sia l'andamento dei solchi vallivi ■ lacustri, l'andamento dei rilievi si presta ad un allineamento in direzione di nord-est, in particolare delle creste calcari. Si potrebbero almeno alcuni tronchi delle valli associare approssimativamente alla stessa direzione; ma in realtà la regione è frastagliata ed irregolare come poche nelle Prealpi. Il che lascia presentare una

complessità di orogenesi, che appunto viene già al presente dimostrata dalle nozioni attuali e che sarà sempre meglio comprovata in avvenire.

Per ispiegare questi fatti ed altri di minore importanza, che verremo mano mano rilevando, occorre ricordare brevemente la storia geologica della regione, divisa nelle tre fasi, di ben diversa durata ma di pari importanza orogenetica, le quali sono: 1° la fase del prevalente deposito dei terreni costituenti la regione; 2° la fase del sollevamento o meglio del corrugamento orogenetico, la quale si svolse lungo i tempi dall'eocene recente al miocene superiore e fu completata dal sollevamento posplocenico; 3° la fase del modellamento progressivo della regione, iniziata bensì in epoca terziaria, ma svoltasi a preferenza e completata nel corso relativamente breve dei tempi postterziari.

A questa succinta storia geologica premettiamo:

Alcuni cenni sugli studi geologici compiuti sulla regione esaminata. A chi non fosse molto familiare colla geologia del Varesotto e del bacino luganese richiamerò molto brevemente quanto fu scritto nei principali lavori che ne fecero argomento, rimandando il lettore all'elenco bibliografico ed alle mie precedenti pubblicazioni riassuntive sull'area in discorso. Per conoscere i rapporti colle regioni a levante dell'area illustrata dal presente lavoro può servire la mia Carta geologica della Lombardia, pubblicata dalla ditta Artaria, con una succinta descrizione.

Sullo scorcio del secolo diciottesimo, l'abate Carlo Amoretti nel suo *Viaggio ai tre laghi* (Milano 1794) chiamò l'attenzione degli studiosi ed espose numerose notizie, talune importanti, con osservazioni ed induzioni ingegnose e spesso felici. Ad esempio, l'autore nota che il nocciolo della Val Travaglia è formato dagli scisti cristallini, avendoli osservati, con distinti granati, presso Caldè; non dubita di affermare che il Ticino si aprì la sua via tra i dirupi calcarei di Arona ed Angera; si domanda se mai i monti di Cànnero ed Oggebbio non siano una volta stati congiunti a quelli di Maccagno per un elevato altipiano, in cui l'acqua abbia scavato il bacino del Verbano. A proposito di una lunga disputa tra il Floriau ed il Pini circa la vulcanicità della retinite di Grantola, l'autore non emette un giudizio definitivo ma nota come alla superficie della roccia erosa compaia evidente la composizione cristallina di essa, come nei porfidi dei monti circostanti.

Il Breislack, sebbene ardente vulcanista, osò appena sostenere la vulcanicità della roccia summentovata, ma quasi giustamente riferisce al *Rothliegendes* i conglomerati soprastanti ai porfidi, ed

al carbonifero alcuni altri più antichi. Ma la sua idea sulla origine della conca del Verbano, per mancata sedimentazione dei calcari e l'altra della eruzione dei porfidi che si raccolsero nelle supposte depressioni dei monti calcari della conca del Ceresio, erano tali da meritare poco favore anche tra gli studiosi del suo tempo. Molto più fortunato fu il De-Buch, il quale pubblicava una prima carta della regione compresa tra i laghi d'Orta e di Lugano (1824), accompagnandola di un breve ma importante commento. Egli dichiara di accettare le idee di Florieau circa l'origine eruttiva dei porfidi di Grantola e Cunardo, ma nega che essi siano prodotti da vulcani recenti. Con sguardo assai comprensivo indica i rapporti di questi porfidi con quelli di tutto il versante meridionale delle Alpi e li giudica come l'agente sollevatore delle Alpi stesse e in particolare dei monti calcari circostanti al bacino luganese; anzi i porfidi, considerati di eruzione posteriore ai calcari, avrebbero altresì alterata la porzione basilare di questi, convertendoli in dolomia per aggiunta di carbonato di magnesia. Le quali idee, in gran parte erronee come le indicazioni della Carta, in parecchi punti del tutto sbagliate, passarono in tutti i libri e carte geologiche, pubblicatesi sino a quando comparve il classico lavoro di Gaetano Negri ed Emilio Spreafico (1869); le conclusioni del quale, oltre che dalla evidenza delle prove, furono appoggiate dall'accoglienza che appunto in quel turno riscuotevano le analoghe idee del Suess sulla storia geologica del Tirolo meridionale. Prima del lavoro di questi due meritevolissimi scrittori era bensì comparso nel 1859 uno scritto del Pareto, nel quale per la prima volta si indicavano i filoni porfirici attraverso il micascisto di Morcote, ma erroneamente si tentava di associare i porfidi luganesi ai graniti, alle sieniti ed alle porfiriti delle Alpi occidentali. Lo Stoppani aveva largamente contribuito allo studio dei terreni sedimentari del Varesotto: lo Stabile e l'Hauer avevano descritti i fossili triasici del Monte S. Salvatore; il Suess aveva riferito al permiano inferiore gli scisti sulle due sponde del Verbano ed il granito di Baveno; prima ancora, l'Omboni ed il Balsamo-Crivelli, i due fratelli Villa ed il Curioni avevano trattato più o meno incidentalmente della geologia del Luganese e del Varesotto; ed il Lavizzari aveva raccolto accuratamente le notizie mineralogiche, geologiche e paleontologiche riguardanti il Canton Ticino e specialmente il Monte Generoso. Per la regione collinosa e dell'altopiano, lo Zollikofer, con ottime idee stratigrafiche e convinto della verità della teorica glaciale, aveva illustrata la regione presso Sesto Calende. Ma il merito di avere compresa la struttura e la storia della regione, con

tale chiarezza di idee da venire queste sempre meglio illustrate e confermate piuttosto che contraddette dalle osservazioni posteriori, spetta ai due nominati geologi milanesi. Di questi, lo Spreafico moriva nel 1874 non ancora trentenne, dopo di aver compiuto il rilievo geologico della regione, che io procurai di descrivere alla meglio con un volume pubblicato nel 1880 dalla Commissione per la Carta Geologica della Svizzera, a spese e per invito della quale fu anche rilevato il foglio 24° della Carta Dufour, completato pel Comasco colle notizie fornite dello Stoppani. Ed il senatore Gaetano Negri, dandosi ad altro campo di studii, occupata per molti anni la carica di Sindaco di Milano, tuttora prospero ed attivo membro del R. Istituto Lombardo di scienze, è troppo noto in Italia perchè io ne tessa le lodi. Epperò nel mandargli un saluto riverente mi limito ad indicare in lui un altro esempio di versatilità veramente mirabile d'ingegno; dote fortunata in un paese in cui allora occorreva che gli ingegni eletti ed i caratteri integri non si occupassero soltanto di scienza e di una scienza.

La memoria in discorso è di poche pagine e fu pubblicata dal R. Istituto Lombardo: essa è talmente concisa che io, piuttosto che riassumere i concetti, credo conveniente riportarne alcuni dei brani più importanti.

« Nessun sollevamento di qualche importanza è stato prodotto dalle formazioni eruttive; chè anzi esse subirono col complesso di tutti i terreni gli effetti di quelle continue e lente oscillazioni, che agitano incessantemente la crosta del globo e da cui si ripetono il rimutarsi dei mari ■ l'esistenza di quelle rughe lievissime eppure così grandiose all'occhio dell'uomo che sono le catene dei monti. Ora, sarebbe strano davvero che mentre il cratère di sollevamento si dilegua dovunque davanti alla luce di una attenta osservazione, rimanesse intatto ed incrollabile nel classico focolare eruttivo del Lago di Lugano. A dimostrare che ciò non si avvera è appunto rivolta gran parte della nostra Memoria, frutto di numerose ricerche, dalle quali ci risultò evidente come i nostri porfidi siano normalmente interstratificati tra i micascisti paleozoici e le formazioni triasiche, ed entrino pertanto nel gran sistema delle formazioni porfiriche di tutta Europa, che cade appunto ai primi albori dell'epoca secondaria. » Più esattamente diremo che la massima parte delle eruzioni porfiriche, analoghe alla luganese per ricchezza in acido silicico, avvennero nella prima parte dell'epoca permiana, allo scorcio dell'era paleozoica.

La natura molto acida dei porfidi luganesi fu dimostrata dai nostri autori in base alle accurate analisi chimiche del signor Giu-

seppe Gargantini-Piatti; e di questo carattere essi si armarono per combattere quell'altro concetto, su cui De Buch aveva fortemente insistito: che, cioè, la dolomitizzazione dei calcari dovesse ripetersi dalla presenza dei porfidi augitici, dai quali sarebbe stato trasformato il semplice carbonato di calcio in un doppio carbonato di calcio e di magnesio. I porfidi luganesi contengono pochissima magnesia, e se anche ne contenessero, come mai avrebbero essi potuto influenzare una roccia, che fu depositata chissà quante migliaia di anni dopo che essi erano stati di già eruttati, raffreddati e sepolti sotto ai sedimenti arenacei più antichi della dolomia?

« Il Lago di Lugano ha una forma assai bizzarra, non già perchè sia anormale la direzione dei suoi rami stessi. Infatti, nel suo andamento generale esso si mantiene rigorosamente parallelo al braccio del Lago di Como da Tremezzo a Como. Ma verso la estremità meridionale, il protendersi della punta di Brusinarisizio produce una suddivisione della grande spaccatura nei due piccoli rami di Capolago e di Porto, e quest'ultimo viene a confluire colla gran Valle d'Agno, che scende direttamente dal Monte Cenere con direzione nord-sud. La valle da Porto ad Arcisate, che corre a sud-sud-ovest, è evidentemente un prolungamento della spaccatura principale del Lago. Quasi parallela, apresi ad ovest la Valganna, la quale, all'altezza di Ghirla, si divide in due rami, di cui uno dirigesì verso il Tresa, l'altro, percorso dal torrente Morgorabbia, verso il Lago Maggiore. Abbiamo dunque nella regione che prendiamo ad esplorare molte spaccature, le quali correndo approssimativamente da nord a sud, tagliano le varie zone montuose, le quali si dirigono tutte da ovest-sud-ovest a est-nord-est. Sono infine valli di chiusa e quindi spaccati naturali, lungo i quali vedremo scaglionate le varie formazioni. »

Questo scrivevasi trentatré anni or sono, quando l'idea della corrispondenza delle valli trasversali ad altrettante spaccature era accettata in modo quasi assoluto. Ora si fa più larga parte alla erosione e si può anche un poco meglio precisare lo schema tectonico, che ha determinato la idrografia della regione. Però i tratti principali di questa, come ognuno vede, sono dai nostri autori rivelati in modo assai geniale.

« Quattro sono le zone di monti, divise le une dalle altre da depressioni più o meno sensibili. La prima ■ la più meridionale è quella che ha per massime vette il Campo de' Fiori, la punta dolomitica del Martica, il Sasso della Corna, il Poncione d'Arzo e il S. Giorgio di Riva. Le succede, separata da una depressione continua ma poco profonda, una seconda catena, su cui si innal-

zano la punta porfirica del Monte Martica, il Pianbello, il Monte Arbostora; quindi una terza, che comprende il Monte Scerè, il Monte Marzio, il Carlano e il S. Salvatore; finalmente la quarta, che comprende i monti della Valle della Tresa. Già, prevenendo le dettagliate descrizioni, possiamo premettere che nei loro tratti principali, la prima e la terza zona constano di dolomie e calcari giuresi e triasici, la seconda di porfidi, la quarta di micascisto. » Ed anche questa osservazione è giusta; ma estendendola alla regione più vicina al Verbano, gli autori avrebbero certamente soggiunto che per una piega, per cui si incurvano le formazioni secondarie a ponente del Campo dei Fiori, avviene, come assai bene compare dalla Carta, una insinuazione dei terreni secondari nell'area dei terreni più antichi; quelli però non mancano di affiorare nelle depressioni, ed il porfido compare fin sulle sponde del Verbano, alla punta di Arolo.

In fatto, l'area triangolare tra il Verbano, la Morgorabbia e la Val Cuvia (torr. Boesio) è poi accidentata da altre curve, come lo è la regione a levante e a sud del lago di Varese, dove ai terreni secondari si appoggiano i terziari, con uno sviluppo ancora maggiore dei terreni morenici. Questi ultimi però, anche nella Valtravaglia, nella depressione di Marchirolo, nonchè nelle adiacenze di Lugano, nascondono assai ampi tratti di roccia in posto, rendendo molto difficile anche quivi il rilevamento delle reali condizioni tectoniche.

Segue la descrizione dei terreni, in ordine discendente, che io ripeterò più sotto in ordine inverso, giovandomi di quasi tutte le notizie fornite dagli autori, che vanno modificate soltanto in quanto riguarda lo sviluppo dell'infralias, al quale periodo furono allora erroneamente riferiti alcuni affioramenti di scisti keuperiani sottostanti alla dolomia principale; errore quasi totalmente corretto nella carta geologica pubblicata cinque anni dopo dagli autori stessi. Nella Carta della Valtravaglia, da me pubblicata nel 1885, io correggeva per altri affioramenti uno scambio avvenuto in senso inverso, in cui per questa regione essi erano incorsi. Si tratta di terreni litologicamente quasi identici — non sono affatto sicuro di non essere poi alla mia volta in alcun particolare io pure caduto nella stessa imprecisione. Per quanto concerne i terreni del Giura e della Creta, possiamo ritenere che quelle prime osservazioni dei due geologi e quelle altre molte, che io riportai dai manoscritti dello Spreafico nel descrivere la Carta rilevata da loro due e dallo Stoppani, rappresentino quanto di meglio si sa tuttora; ed io vi ho assai poco aggiunto, sebbene da alcuni anni percorra la regione. E merita di porsi in rilievo l'avere gli autori potuto seguire dei

piani, talora dello spessore di pochi metri, attraverso frane e morene o su pendii assai scoscesi, come si dovette fare ad esempio per quello assai importante delle arenarie ■ puddinghe del trias inferiore (*Servino*), del quale la località tipica è alle falde del S. Salvatore. Queste rocce infatti separano nettamente il trias dalle formazioni paleozoiche.

Per quanto concerne la formazione porfirica, l'averne precisati i limiti, i caratteri petrografici, le varietà agglomerate, la posizione tectonica ed i rapporti cronologici, in base ai dicchi che i porfidi rossi, più recenti, inviano attraverso i porfidi bruni, più antichi, è un merito ancora maggiore, del quale va fatta parte al comune amico Gargantini, che eseguì le prime analisi chimiche di queste rocce. Alcune delle idee sulla precedenza dei porfidi quarziferi di Valganna rispetto a quelli di Grantola ■ sulla probabile condizione subaerea delle eruzioni avvenute nella regione nord-ovest del distretto, dove ora sorge il Monte Nave, come pure la determinazione litologica di alcuni porfidi bruni di quel tratto dove questi presentano la massima varietà, cioè nella penisola di Brusino-Arsizio, furono modificate dalle posteriori osservazioni del Gumbel e dal geologo giapponese Toyokitsi Harada. Ma la determinazione cronologica dei porfidi luganesi, alla base del permiano, colla indicazione precisa dei punti nei quali ogni osservatore possa appieno persuadersene, nonchè la conseguente dimostrazione della fallacia dell'ipotesi del cratere di sollevamento e l'appoggio dato alle idee, che a quel tempo comparivano, o meglio ritornavano nel campo della geologia, assai più fortunate di quando erano state annunziate dal Merzari-Pencati, per fornire poi allo Stoppani ottimi elementi per quella bella sintesi di dinamica endogena, che comparve nel terzo volume del di lui *Corso di geologia*, — tutto ciò in un'epoca in cui la geologia dei terreni cristallini alpini era al suo nascere, — costituisce a mio avviso, uno dei fatti più onorevoli della scienza geologica in Italia.

Ora pare molto ovvio il concetto che gli autori esprimono colle parole: « Per noi dunque l'ammasso porfirico rappresenta un'espandimento di rocce eruttive, che avvenne sul fondo del mare posteriormente alla formazione dei micascisti e sul quale si deposero i terreni triasici; » ma il potersi ripetere lo stesso concetto trentatré anni dopo, ne converrà il lettore, fosse anche un geologo, è un caso certamente non comune.

Proseguendo, ecco come gli autori annunciano la scoperta del giacimento di fossili vegetali di epoca carbonifera, avvenuta allora presso Manno, località tuttora unica sull'area esaminata e

purtroppo senza riscontro in alcun'altra sicuramente coeva nelle montagne lombarde:

« Il micascisto costituiva finora il termine estremo della serie. Col primo strato di questa roccia si apriva il gran dominio dei terreni paleozoici, regione oscura, inestricabile, la cui investigazione era impresa disperata ■ senza avvenire. Ora comincia a guizzare tra le tenebre qualche sprazzo di luce ■ l'osservatore può orientarsi. A noi venne dato di trovare nella regione descritta un orizzonte prezioso, l'orizzonte del carbonifero. Dietro le indicazioni avute dal signor Fumagalli, ci recammo unitamente al professor Stoppani al villaggio di Manno, al nord di Lugano e quivi vedemmo nel mezzo della grande zona scistosa un banco, della potenza di circa 100 metri, di una puddinga altamente quarzosa, la quale viene talvolta lavorata come pietra da costruzione. L'esame della roccia basta a distinguerla recisamente dalla puddinga triassica alle falde del S. Salvatore. Infatti, mentre quest'ultima consta per la massima parte di ciottoli porfirici, in quella di Manno non avvi il più piccolo frammento di porfido; ma essa comprende oltre al quarzo che ha comune coll'altra, esclusivamente il micascisto, il gneiss ed il granito ed è pertanto anteriore agli espandimenti porfirici. Ma un fatto ancora più decisivo è che essa contiene, in gran numero, gli avanzi, talvolta di considerevoli dimensioni, di una flora che nei suoi tratti principali è la flora carbonifera; diciamo nei suoi tratti principali, perchè quella roccia così grossolana non sopporta impronte delicate ■ conservate in modo da rendere possibile una determinazione specifica; ma i generi sono evidentissimi. Predominanti, anzi comuni, i tronchi scanalati di sigillarie; vi vedemmo una stigmara ■ non radi i lepidodendri e le calamiti. Questi avanzi vegetali sono sparsi in grande profusione e le frane che scendono dalle cave donde si estrae la pietra ne rivelano ad ogni passo. Il banco di puddinga è perfettamente intercluso nei micascisti, i quali hanno subito infinite contorsioni e disturbi, per cui inclinano ■ nord-nord-ovest, con inclinazione opposta a quella che hanno a sud di Lugano. Ciò non intacca per nulla la determinazione dell'età della puddinga, la quale, frapponendosi nella gran zona scistosa, la divide in due piani: quello che giace fra essa e le formazioni triassiche, che deve appartenere in gran parte al terreno permiano; quello che inferiormente ad essa si estende verso le Alpi centrali, comprende il carbonifero ed i terreni più antichi, in cui debbonsi cercare nuovi orizzonti. »

Il riferimento al carbonifero della puddinga di Manno venne confermato dallo studio, che di quegli avanzi vegetali fece il pro-

fessor Ferdinando Sordelli, pubblicandone i risultati in una sua nota nel 1873, poi nella dotta opera: *Flora fossilis insubrica*. In quest'opera, a pagina 34, alla enumerazione delle specie vegetali di Manno soggiunge che del Carbonifero propriamente detto il piano che meglio quadra col deposito in discorso sarebbe lo *Stefaniano*, però soltanto nella sua parte inferiore, mentre qualcuna delle nostre specie compare già nel *Westfalliano superiore*, ad esempio le *Sigillaria tessellata* e *Sigillaria rugosa*. Epperò il deposito luganese, oltre che al classico bacino di S. Étienne, sarebbe sincrono ai bacini carboniferi dell'altipiano centrale della Francia, della Germania e della Svizzera.

Gli autori rilevano in séguito l'analogia della serie dei terreni anteriori al trias nell'area luganese con quelli ritenuti dal Suess come rappresentanti del permocarbonifero, precisando le comparazioni state fatte da Richthofen tra questa nostra regione ed il Tirolo meridionale.

Quella lacuna, che allora si era creduto rilevare nella serie dei terreni in corrispondenza del trias medio e di parte del superiore, in realtà non esiste: come sino ad un certo punto gli autori stessi hanno poi riscontrato nell'ulteriore rilievo della carta geologica e come fu poi ancora meglio dimostrato dal prof. Parona, che nel calcare di Arona trovò specie rappresentanti anche del Muschelkalk, come fu detto nel capitolo precedente.

Ancora nel rilevare le condizioni tectoniche, in quel loro primo lavoro gli autori ebbero il merito di scorgere i fatti più importanti, quali sono: 1° tutti i terreni, sino alla Creta inclusivamente, sono concordanti, anzi, comprendendo il terreno nummulitico a sud di Varese, sono concordanti sino all'eocene; 2° nella zona meridionale, nei monti circondanti l'affioramento porfirico, l'inclinazione prevalente è a sud ed a sud-est; nella zona a nord dei porfidi, si avverte una sinclinale, dimostrata dal lembo giurese-cretaceo di Ardena; 3° la regolarità di questa costruzione stratigrafica è interrotta da salti parziali, che alterano la disposizione e lo spessore apparente dei terreni. Citansi, come esempio, il salto in corrispondenza del *Passo della Bara*, a nord-est di Besano, che nasconde quivi l'affioramento delle arenarie triasiche; quello di Castagnola, che porta a contatto discordante la dolomia infralia-sica del Monte di Brè colle dette arenarie aventi inclinazione opposta a quella della dolomia; il salto, che limita a nord la zona giurescretacea di Ardena, presso Ponte Tresa; le due fratture, che, secondo gli autori, delimitano lateralmente l'area di rocce triasiche tra Cunardo, Ghirla, Bèdero e Rancio, a sud del Monte

Nave, il quale rappresenta « un brano schiantato dalla zona dolomitica principale e portato in alto, quasi un'isola triasica in mezzo a un mare di porfido ■ di micascisto. »

Vedremo come a questi salti se ne possano aggiungere altri, constatati dappoi; ma gli esempi citati dagli autori contribuirono a persuaderli « che i porfidi hanno subito essi pure passivamente un'azione sollevatrice più generale e posteriore alla loro formazione, perchè sotto di essi vediamo gli scisti micaceo-argillosi, che partecipano al movimento delle altre rocce e costituiscono il fondo della conca, in cui giacciono i porfidi e dolomie ■ calcari. » E quando il lettore fosse ancora dubbioso nell'abbandonare l'idea del cratère di sollevamento, essi abilmente traggono contro di essa un'ultima obiezione dal fatto che le valli ed i bacini lacustri attraversano indifferentemente ■ la massa delle rocce, che si voleva avessero esercitato lo sforzo sollevante, e quegli altri terreni, che da queste rocce si erano ritenuti alterati, sollevati ■ spaccati. Epperò gli autori concludono: « Non si ha alcun motivo, alcuna apparenza che ci possano condurre ad isolare questo distretto porfirico, a considerarlo come un centro distinto e separato. Esso entra perfettamente nel sistema orografico delle nostre prealpi, con le quali ha comuni le origini e le vicende. Infine, tutto dimostra come le rocce cristalline siensi smosse, sollevate e rotte in forza di un impulso, che subirono in comune con tutti gli altri terreni e di cui l'origine deve ricercarsi nelle oscillazioni generali e continue, alle quali è in preda la crosta terrestre. »

Osservo che trent'anni or sono si era in pieno dominio delle idee conseguenti al principio lyelliano della sufficienza delle cause attualmente agenti per la spiegazione dei fenomeni geologici e non era peranco apparsa quella teoria del *corrugamento orogenetico per pressioni laterali*, che doveva portare un poco più di luce nella interpretazione ■ nella spiegazione della struttura della parte accessibile del nostro pianeta. Che la presenza nella serie delle rocce pretriasiche di un cumulo di porfidi e di agglomerati porfirici di più centinaia di metri di potenza non avesse a portare alcun effetto nello svolgersi del corrugamento in questo tratto delle Prealpi, difficilmente si potrebbe comprendere e parmi che anche lo schema tectonico dimostri il contrario; ma quanto all'efficacia sollevante e squarciante dei porfidi, i nostri geologi giustamente la esclusero affatto e la dimostrarono insostenibile.

Nella pubblicazione descrittiva del foglio 24° della Carta Dufour, io raccolsi le analisi chimiche del Gargantini e del Fellenberg sui porfidi luganesi, emettendo l'ipotesi che almeno alcuni di

questi porfidi potessero spettare al trias inferiore, come avevano pensato Hauer e Curioni; ma abbandonai presto questa supposizione, associandomi alla determinazione degli autori della Carta, confermata dal Gumbel nel 1884 in una memoria, in cui si fornivano altri particolari litologici e chimici su queste rocce; tra questi è da notarsi la composizione di una varietà di porfido bruno presso Brinzio, con solo 50.28% di silice e con 6.09 di magnesita.

Il Gumbel ammette la spettanza dei porfidi luganesi al permiano; distingue alla base della dolomia triasica un fascio di strati da riferirsi al trias medio; mantiene il riferimento al trias inferiore della puddinga rossa e delle annesse arenarie alla base della serie dolomitica; ma non si occupa della disposizione stratigrafica dei terreni. Molto più utili alla conoscenza geologica dell'area in esame furono le notizie, che in parecchie pubblicazioni ha fornite il mio amico ■ collega prof. Leopoldo Maggi, il quale mise anche a mia disposizione una carta geologica della Val Cuvia, tuttora inedita, quando ebbi a compilare una descrizione generale della geologia del bacino idrografico del Ticino, molti anni or sono. Il prof. Maggi osservò dettagliatamente la serie keuperiana nei dintorni di Brinzio, interpretò con esattezza l'andamento tectonico delle rocce liasiche e più recenti a sud della Val Cuvia, notò i più distinti tra i massi erratici della regione circostante a questa valle e descrisse altresì alcuni importanti avanzi preistorici.

La litologia della formazione porfirica veniva nel 1882 arricchita di un importante lavoro del già ricordato geologo giapponese Harada. Egli, in sostanza, accettò le risultanze stratigrafiche fissate dalla Carta anche per quanto riguarda le fratture, che egli procurò di meglio precisare, ammettendone alcune altre al monte Pianbello, a levante di Porto Ceresio e lungo la Valle della Tresa.

Della orogenesi, il geologo giapponese non volle occuparsi; anzi dichiara che « i laghi sono una passeggera ed insignificante accidentalità nella storia di una valle; » ed anche della stratigrafia stante la rapidità delle sue gite, non poté sempre rilevare i dettagli con sufficiente precisione. Ad esempio, ammette un salto con scorrimento orizzontale della parte ovest verso sud, in corrispondenza della Valganna, pel semplice fatto che egli non ha veduto il conglomerato triasico dove esso è realmente, sulla sinistra della valle a nord-ovest di Induno. Così, la duplice frattura che egli ammette nel versante nord del Pianbello assai probabilmente va spiegata altrimenti, come vedremo. Ma l'egregio geologo, del quale dobbiamo deplorare la morte immatura, quando, tornato in patria, era stato preposto all'Istituto geologico giapponese, ebbe la sua

buona parte di merito negli studii della regione, per avere stabilita la distinzione cronologica dei porfidi ■ per aver compinto, tanto sui porfidi bruni che sugli agglomerati porfirici e sui porfidi rossi e granitici, uno studio così completo che poco vi trovarono da aggiungere anche i nostri petrografi. Meglio precisando i caratteri dei porfidi neri e bruni, che egli chiama quarzoporfiriti, li giudica tutti più antichi dei porfidi rossi, ai quali associa anche le varietà vetrofiriche del Monte Nave e i tufi e conglomerati formanti di solito la base delle colate di porfido rosso. I molti particolari litologici esposti dall'autore e da me riassunti nell'altro scritto sul bacino ticinese, non entrano nell'argomento della presente ricerca orogenetica, bastandoci per essa di sapere che queste rocce eruttive sul finire dell'era paleozoica si accumularono colla potenza in alcuni punti di più centinaia di metri, erompendo per delle vie che pei porfidi più recenti ci sono in parte conosciute sotto forma di dicchi. Poesia questa formazione porfirica emerse dal mare e fu erosa, formandosi a spese di essa ■ delle circostanti rocce cristalline il conglomerato triasico colle annesse arenarie del *Servino* (trias inferiore).

Il compianto prof. Carlo Riva ha recentemente dimostrata l'azione metamorfica, esercitata sulla roccia incassante, che è uno gneiss, dai filoni di porfido rosso presso Cà Mora, a nord-ovest di Porto; e l'azione consiste nella ingenerazione entro il gneiss della andalusite, del corindone, dello spinello e della tormalina, sino ad una certa distanza dalla roccia eruttiva.

In questi ultimi anni io non ho mancato di percorrere la regione, procurando di precisare ancor meglio la delimitazione dei terreni e la posizione dei depositi alluvionali ■ glaciali, in tutta l'area qui considerata; mentre altri miei colleghi portavano il loro contributo con altre osservazioni, talora importanti. Ricorderò lo scritto del prof. F. Salmoiraghi sui dintorni del Lago di Comabbio, dove si indica una molassa miocenica fossilifera presso Varano e si delimita l'affioramento della puddinga o gomfolite da quello del calcare nummulitico, del quale poi in altro scritto l'autore indicava un altro affioramento presso Oneda, frazione di Sesto Calende, messo a nudo dal terrazzamento postglaciale e di qualche importanza per estrarne materiale da costruzione e per fabbrica di calce. Questo affioramento importa assai come indizio di una anticlinale, che si continua più a nord e che non era stata avvertita, o per lo meno non risulta dal rilievo della Carta svizzera; in questa poi non era stato segnato un giacimento limitato di argilla pliocenica, che io descrissi nel 1883, presso Taino di Angera e che presenta

esso pure qualche importanza come prova della esistenza di un golfo marino pliocenico in corrispondenza del tratto più meridionale dell'attuale bacino lacustre del Verbano. Devesi anche menzionare la descrizione ■ la carta geologica dell'anfiteatro morenico del Lago Maggiore, rilevata dal prof. F. Sacco nel 1882; poichè in questo rilievo l'autore avvertì la presenza di alcuni altri affioramenti di roccia in posto nell'area morenica ed indicava altresì un importante giacimento di sabbie ed argille lignitifere a Castelnovate, presso Vizzola, avanzo di un rilievo, che ha determinato la strana ansa, che il Ticino forma appunto tra Pombia e Vizzola. Questo giacimento è da doverarsi tra i più antichi depositi alluvionali della valle padana, formatosi appena che il sollevamento delle spiagge prealpine fece scomparire l'accennato golfo pliocenico corrispondente alla estremità meridionale del bacino verbanico.

Infine ricorderò come fin da quando ferveva la questione del *mare glaciale*, che lo Stoppani ■ il Desor avevano supposto essere esistito nella valle padana allorchè scesero i ghiacciai quaternarii, io aveva avvertita la presenza e la origine nell'area varesina delle alluvioni antiche, convertite in quella nota argilla ocracea detta dai nostri agricoltori il *Ferretto*, e formanti quei tratti ondulati di terreno, di solito mantenuti a pineta, che i lombardi chiamano *groane*. La regione a levante di Tradate è tipica per questa particolare condizione orografica ■ geologica; nel Veneto la troviamo ripetuta ed ampiamente estesa al colle del Montello ■ nei dintorni di Montebelluna e di Collalto. Al geografo essa deve sembrare di molto rilievo, inquantochè una tale conformazione di suolo talora si combina col fenomeno carsico, sebbene si tratti di terreno relativamente poco antico. Della quale alluvione, per altri geologi pliocenica, più volte io ho trattato nei miei scritti ed anche nella conferenza che tenni al Primo Congresso Italiano, in Genova, nel 1892, accennando a quelle divisioni dei terreni alluvionali e glaciali nella valle padana, le quali furono poi più precisamente stabilite, in accordo colla classificazione adottata per formazioni coeve in altre regioni alpine, dal mio amico ingegnere Augusto Stella e sono state in parte applicate in una cartina del tratto superiore della valle stessa, inserita nella nota opera del Fischer sulla Penisola italiana. Ho preferito, in questo ordine di studi sui terreni quaternarii dell'Alta Italia, di mantenermi semplice collaboratore, stante la difficoltà che in questi ultimi anni incontro, in causa della vista affievolita, a seguire da vicino il movimento scientifico anche in questo complicato argomento: sentiva che in questo com-

pito modesto di collaboratore avrei meglio potuto giovare che non tentando una sintesi con una incompleta conoscenza simultanea dell'area da considerarsi. Il mio amico, colto e laborioso ingegnere del Corpo delle Miniere, al quale è affidato il rilievo della carta geologica del Regno, trovavasi meglio di me in condizione di tentare questa sintesi e lo fece in modo assai lodevole. Il lavoro continua e gli abbondanti materiali raccolti sono presso il R. Ufficio Geologico, in attesa di poter essere pubblicati. Io per la regione varesina me ne varrò in quanto che lo studio dei terreni quaternari può completare la serie geologica, che ora passo a riassumere brevemente.

CAPITOLO II.

*Rocce scistoso-cristalline con graniti, sottostanti ai porfidi.
Rocce carbonifere di Manno.*

Segue la serie dei terreni affioranti sull'area esaminata; io la espongo con qualche dettaglio, pure avendola ridotta ai termini più importanti, perchè in tal guisa chi legge potrà molto facilmente conoscere dalla natura dei depositi quei fatti, che ebbero poi un'influenza diretta od indiretta sulla plastica del paese. Mi riserbo nei capitoli seguenti di estendermi su quegli altri fatti tectonici, che determinarono in origine la conformazione orografica, e sui particolari riguardanti l'incisione delle valli e delle selle; mi limiterò ad un breve accenno alla formazione dei laghi, la quale meriterebbe una trattazione a parte, che non può trovar luogo in questo scritto riassuntivo.

Per lo scopo del presente scritto non sono molto importanti le determinazioni litologiche dei vari tipi di rocce scistoso-cristalline formanti il tratto settentrionale del nostro distretto e di altre affioranti nella regione porfirica, come mostra la carta.

Sono gneiss, micascisti, filladi, quarziti, con interstrati di scisti amfibolici ed epidotici, formanti un complesso sicuramente potente di qualche migliaio di metri. Gli autori della Carta ed io nella spiegazione della stessa e nella mia Carta geologica della Lombardia (1890) avevamo creduto di poter distinguere una zona più recente, forse paleozoica, di scisti argillomicacei, che ci parve collegata colla puddinga carbonifera di Manno. L'ing. A. Stella, che ultimamente studiò questa serie di rocce allo scopo di trarne lume per opportuni confronti colla serie pretriasica delle Alpi occi-

dentali, mentre trovò di confermare la discordanza dei piani di stratificazione della puddinga carbonifera di Manno dalla prevalente inclinazione quivi attorno dei micascisti e gneiss chiari, ha notato che le quarziti di Broggio, Grumo, S. Zenone e S. Bernardo, che nella stampa della carta svizzera si erano comprese nel Verrucano ma che gli autori, ed io dappoi, avevamo distinte, costituiscono soltanto intercalazioni negli scisti e che anzi quei rilievi sono formati essenzialmente da gneiss chiari. Il mio amico conclude il suo studio su queste rocce affermando che geologicamente tutti questi scisti cristallini formano un unico insieme, spettante ad un'unica formazione l'arcaico.

Accettando questo risultato, rimane tuttavia il fatto che, stante la continuità della zona a filladi e gneiss chiari presso al contorno delle rocce più recenti, qualunque sia la posizione stratigrafica, cui gli antichi corrugamenti, particolarmente l'ultimo posteocenico e le spinte ancora dopo subite dalla massa, hanno imposta a questa potente zona scistoso-cristallina, si possa ancora ritenere che le rocce da noi distinte col nome di Scisti di Casanna siano superiori a più recenti delle altre, nelle quali prevalgono i gneiss scuri ed i micascisti a biotite. Nè la nuova Carta geologica della Svizzera dei signori Heim e Schmidt porta molto avanti la conoscenza dell'epoca di questi scisti; poichè per quanto riguarda l'area luganese essi sono tutti indicati da una sola tinta, dei gneiss e filladi con sericite, clorite o talca, compresi nelle formazioni scistose-cristalline antiche, anteriori al paleozoico. Quindi le migliori indicazioni sono ancora quelle fornite dalla Carta rilevata dai sulodati tre geologi italiani.

Le masse abissali granitiche, segnate nella carta sulla destra della Val Migliassina, tra Novaggio e Cervio e presso la vetta dell'Alpe di Lago, ad oriente di Camignola, cadono nell'area dove prevalgono i gneiss a non mi pare assomiglino del tutto alle masse granitiche di Baveno, del Mottarone e del Montorfano; perchè in queste la roccia granitica è più massiccia, mentre nelle dette località luganesi il granito è sempre più o meno gneissico e non presenta, per quanto io sappia, quelle evidenti apofisi, che si osservano in particolare al limite meridionale della massa di Baveno; non abbiamo però argomenti, per ora, per ritenerle qualcosa di sostanzialmente diverso.

Quanto alla puddinga di Manno, essa costituisce un particolare quasi trascurabile nell'orogenesi, quando questa si limiti ad indagare soltanto le vicende posteoceniche della regione. Essa è certamente un prezioso orizzonte pel geologo e forse taluni dei

banchi di puddinga, associati al verrucano o *servino* sulle carte geologiche, saranno in avvenire parallelizzati a questo piano.

Per lo scopo nostro osserveremo che le formazioni scistoso-cristalline formanti il basamento della regione sono fortemente inclinate e contorte, spesso verticali, intricatissime nella loro struttura ma quasi della stessa resistenza all'azione erosiva, se si prescinde dalle località nelle quali prevale con una certa costanza il micascisto. Non vorrei affermare che sia proprio da attribuirsi a questa uniforme erodibilità il paesaggio calmo, che caratterizza quasi tutta l'area in esame; poichè vi è passata quella grande lima, che furono i ghiacciai quaternarii, i quali valsero, tranne che sulle vette, a cambiare persino la fisionomia dei monti calcari e dolomitici. Ma è un fatto che sull'area scistoso-cristallina il paesaggio è meno mosso — più grandioso, contribuendo altresì alla solennità maestosa di esso il colorito di solito oscuro della roccia, la quale assai spesso serba conservatissime le tracce dell'arrotondamento glaciale. Il versante nord del monte Colonne, sopra Bèdero di Valtravaglia, la valle dell'Agno in quasi tutto il suo decorso ed i monti circostanti al Lago Dellio, danno esempi mirabili di questo importante fenomeno.

Questa considerevole area di affioramento di terreni cristallini sarà certamente preferita dai mineralogisti, che vi troveranno frequentemente granati, anfiboli, staurotide, talora epidoto, cianite, rutilo, tormalina; potendovisi poi studiare le più complesse strutture e composizioni litologiche. Noi ci limiteremo a ricordare che all'epoca della formazione carbonifera di Manno una parte di quest'area dovette essere emersa, perchè i torrenti ne strappassero i materiali, di cui essa puddinga è costituita; molto probabilmente già a quel tempo le rocce cristalline avevano subito un energico corrugamento, corrispondente a chissà quale schema orografico.

Che la emersione continuasse durante la sopravveniente fase delle eruzioni porfiriche non è certo; vedremo però come ciò sia poco probabile.

Porfidi ed agglomerati porfirici dell'epoca Permiana.

Un viaggiatore che si fermi alla stazione di Porto Ceresio può con brevissima passeggiata formarsi una sufficiente idea delle due principali categorie di rocce porfiriche, che si accumularono in questo distretto per una lunga serie di eruzioni. Se egli volge verso Brusin Arsizio o sale a Serpiano, attraversato un tenue af-

fioramento di micascisto, che non è sfuggito ai nostri rilevatori della Carta svizzera, troverà dei porfidi bruni, dapprima in brecce di svariaticissimo aspetto, poi in colate potenti e disposte talora con apparente regolarità ■ con inclinazione a sud-est. Osserverà altresì presso alla nuova caserma della Dogana svizzera un bel fascio di filoni di barite, il quale minerale ancora si incontra salendo da Besano a Monte Casolo. La roccia porfirica talora ha aspetto basaltico, come sotto la chiesa di Porto e presso Cà del Monte; più spesso sul fondo bruno o verdastro della pasta si distinguono i piccoli cristalli di feldispato plagioclasici, rosei, bianchi o verdicci; raramente si nota un colorito violaceo o vinato, ed ancor più di rado un colorito rosso mattone, senza distinti cristalli e con aspetto afanitico. Proseguendo la passeggiata, tutto attorno ■ quella penisola sino a Riva S. Vitale egli vedrà a preferenza le varietà violacee e verdicce, senza però rimarcare quella netta apparenza di dicchi di roccia porfirica rossa in porfido bruno, che si vedrebbe sulla sponda che sta di fronte tra Melano e Maroggia, presso Rovio ed ■ nord di questo paese. Fu specialmente in base a questi dicchi che si determinò la precedenza delle eruzioni dei porfidi bruni rispetto a quelle dei porfidi rossi o rosei, ricchi di quarzo.

Se invece il nostro viaggiatore volgesse a ponente di Porto Ceresio, verso Brusimpiano, lungo la bella strada carrozzabile che costeggia il lago, dopo d'aver percorso un primo tratto dove predomina quella varietà di porfido rosso che per la sua struttura fu detta *granitite* e che ora ampiamente si impiega pel lastricato di Milano, troverebbe lo scisto gneissico traversato da parecchi filoni di porfido rosso a distinti cristalli di feldispato. Continua lo gneiss sino presso le Cantine, quindi di nuovo trovasi il porfido rosso sin quasi a Brusimpiano, prima del quale paese vi è un altro limitato affioramento di gneiss. Chi poi avesse a percorrere la strada da Cuasso al Piano a Cuasso al Monte, per Cavagnano, ■ proseguisse quindi sino a Brusimpiano per la Crocetta (754) e per la miniera, nella valle del Prallo, troverebbe nel primo tratto dei begli esempi di basaltizzazione del porfido quarzifero rosso e qualche filoncello di porfirite in questo porfido; quindi, tra Cavagnano e Cuasso al Monte, una grandiosa cava di *granitite*, che in talune varietà pel colorito e per omogenità di struttura ricorda il granito di Baveno. Da Cuasso al Monte in avanti, un succedersi di filoni di porfido rosso nello scisto gneissico come sulla riva del lago. Vedrebbe perciò che, per quanto si possa scorgere nello spazio spoglio di morena, la montagna quivi è formata da una massa di scisto gneissico, passante a micascisto verso ovest, attraversata da

numerosi iniezioni di porfido, che più in alto forma una parte della massa terminale del Pianbello (1125) e le alture circostanti al Deserto (746). La vetta del Pianbello è però costituita di porfidi bruni, che scendono a formare il versante ovest del dorso sopra Boarezzo, sino alla sella dalla Valganna all'Alpe del Tedesco (767). Il porfido rosso forma una lunga e stretta zona dal Boarazzo al Sasso di Bool (986), sino a nascondersi sotto le morene di Marzio. Il signor Harada quivi ammise una frattura con salto ed il suo modo di vedere è appoggiato dal fatto che l'andamento di questa lunga zona è parallelo alla direzione dell'anticlinale corrispondente alla depressione da Porto Ceresio ad Arcisate; coincidenza questa, che sarebbe assai strana per un dicco. Accettando questo modo di vedere, sarebbe anche meglio comprovata la generale superiorità di porfidi rossi ai porfidi bruni e quindi la precedenza delle eruzioni di questi, come essa è dimostrata dagli accennati dicchi presso Maroggia, Rovio e Melano.

La differenza di struttura e di colorito tra le due serie di porfidi si scorge ancora non meno manifesta nei dintorni di Brinzio, alle falde occidentali del Monte Martica, dove i porfidi bruni circondano un affioramento di micascisto a nord-est del paese; mentre più in alto seguono i porfidi rossi, così al Martica come verso Badero, dove ai porfidi forma mantello la dolomia senza l'intermezzo delle arenarie del *servino*. Tale mancanza, quasi generale pel limite nord-ovest della formazione porfirica nel territorio varesino, dipende evidentemente da un'altra frattura, parallela pur essa all'asse dell'anticlinale Arcisate-Porto ed ammessa così dai nostri geologi come dal signor Harada quale uno dei tratti più importanti della tectonica nella regione in esame.

Portandoci nei monti della Val Travaglia e di Marchirolo, la differenza tra le due serie di porfidi è meno distinta; anzi, mentre alcuni geologi vi ammettono l'esclusivo sviluppo dei porfidi bruni, Harada vi indica soltanto porfidi rossi, tuffi ed agglomerati, fatti a spese di questi. In fatto, vi sono porfidi rossi felsitici, compatti o bollosi, vi sono porfidi bruni o verdi analoghi a quelli da Porto a Brusin Arsizio e si aggiungono altresì i porfidi vitrei o resinosi, nei dintorni di Grantola ed alle falde del Monte Nave, collegati piuttosto ai porfidi bruni che ai rossi; inoltre sono sviluppati gli agglomerati porfirici, alla base della serie ed a contatto colle rocce scistoso-cristalline, delle quali essi contengono sempre qualche ciottolo leggermente alterato. Io ne indicai parecchi affioramenti nella mia Carta della Val Travaglia, mostrando come questi agglomerati siano altresì soprastanti, presso Mesenzana, ad una puddinga quar-

zosa, che non va confusa col *servino* e che probabilmente è coeva a quella di Manno.

Il distinguere il senso dell'inclinazione delle molte colate porfiriche riesce assai difficile e trattasi quasi sempre di piani di frattura, che si intersecano senza alcuna norma apparente. Ho rilevato molte misure nei dintorni di Porto, Cuasso e Brusimpiano, ma non ho potuto concludere che prevalga sicuramente alcuna direzione. La massa dei porfidi fu certamente rotta, compressa e dilacerata; ma, destituita per la sua stessa origine di una regolare stratificazione, meno si prestava a rompersi secondo quei regolari piani di frattura, che nelle formazioni stratificate e specialmente nelle dolomie triasiche, almeno nelle nostre Prealpi, simulano i giunti della stratificazione, anzi sono di questi assai spesso più evidenti. Siccome lo studio di questi porfidi non è ultimato, i geologi non mancheranno di considerare ancora questa particolarità; per ora non si può affermare alcun rapporto tectonico positivo, che guidi a stabilire la posizione degli antichi centri di quelle eruzioni. In base alla prevalenza degli agglomerati e dei tufi, potremmo tuttavia collocare, almeno nei porfidi rossi, il centro eruttivo verso nord-ovest; ma non dimentichiamo che questo apparato vulcanico è stato almeno a due riprese logorato dall'azione meteorica, al principio del trias e nella fase orogenetica ultima, posteriore all'oligocene; epperò accontentiamoci di quel poco, che per ora può dirci la geologia anche a proposito di queste rocce col fissarne la posizione nella serie dei terreni e col rilevarne con sufficiente approssimazione l'area di affioramento.

Riunisco in un solo gruppo tutta la serie delle rocce secondarie, perchè tutte concordanti ed incurvate dagli stessi ripiegamenti. La relativa erodibilità, dalle compatte dolomie triasiche e liasiche alle tenere marne del Keuper, dell'infralias e del lias superiore, della creta media e superiore, determina evidenti differenze nella conformazione orografica, come si può scorgere dalla carta; essendo le creste più o meno chiaramente allineate e quasi tutte corrispondenti alle dolomie ed ai calcari compatti, le selle invece e le depressioni alle rocce marnose.

La serie, ridotta ai suoi termini principali, è abbastanza semplice; infatti abbiamo:

1.° *Arenarie e puddinghe* quarzose-porfiriche, rosse, verdi, rosee e giallicce, del *trias inferiore* (*servino* e *verrucano* [partim]) dei vari autori. Formano la base del secondario, ovunque molto distinte ma non molto potenti, con fucoidi e qualche rara impronta vegetale. Si distinguono in tutto il loro andamento, segnato sulla

carta, ma particolarmente a sud di Bèdero e presso Valdomino, ■ S. Martino a sud di Lugano, presso Ponte Tresa, Caslano e Brusimpiano, attorno alla parte culminante del Monte Nave, presso Brusimpiano, alle falde nord del Poncione di Ganna, sul porfido a nord-est di Frascirolo, alle sorgenti dell'Olonza, sul porfido alla punta di Arolo, presso Campione, presso Poiana e Besano.

In alcuni punti sono mineralizzate ■ si scavarono filoncelli di galena argentifera, con ganga di barite ■ di fluorite (Vigonago-Brusimpiano, Besano); servono altresì come roccia da costruzione, presso Poiana ed a S. Martino di Lugano.

2.° *Dolomia inferiore*, spettante nella sua parte più antica e più distintamente stratificata al *trias medio*, quindi alla parte basilare del piano di Wengen. È una roccia calcareo-magnesifera, di solito a struttura cerea, grigia o giallastra o rossiccia (Val Travaglia, Pojana, Angera), con pochi e mal conservati fossili, a prevalenza alghe calcari (*Gyroporella*), assai impiegata per fabbrica di calce. Questa dolomia presenta a vario livello delle alternanze di strati calcareo-marnosi e nell'area esaminata è costantemente ricoperta da rocce keuperiane. Il suo andamento vedesi distinto sulla carta ed altrettanto nel paesaggio, per la tinta dei versanti poco imboscati e per l'allinearsi dei dossi che da essa sono costituiti. Citiamo il Monte Colonne, nella sua porzione settentrionale, il Monte Nave, il Sasso di Caslano, il Sasso di Agra, il S. Salvatore, il Poncione di Ganna ed il S. Giorgio.

Per le condizioni tectoniche che diremo, questa dolomia ricompare più a sud-ovest, al Monte d'Angera e forse anche a quello di Ispra. Forma inoltre una zona continua nei monti a nord del ramo di Porlezza.

3.° *Scisti calcareo-marnosi*, spesso bituminosi, passanti a luoghi a marne variegata, con alcune bivalvi raibliane in Val Solda, con *Halobia* ■ pesci presso Besano e Meride; con gesso presso Meride ed Arogno. Gli scisti presentano talora sulla superficie degli strati dei *liscioni* dipendenti dallo scorrimento di uno strato sull'altro e furono alcune volte scavati per distillazione del petrolio. È una formazione a luoghi assai potente, come nei dintorni Ghirla, Pojana-Bisuschio e Besano, ma che al pari di tutti i terreni scistosi si attenua a brevi distanze, come appunto si avverte nella Val Travaglia e sulla sponda orientale del Ceresio, dove quasi scompare, e nei monti a nord del ramo di Porlezza, dove affiora assai saltuaria, per ricomparire poi, a volta, molto potente e distinta, a levante del Lario.

Anche questo è un prezioso orizzonte per i geologi; ma qui ne faccio menzione come di terreno preferibilmente eroso, quindi ri-

spondente a depressioni, ad allargamenti di valle ed a culmine, spesso occupate da copioso materiale morenico. Una passeggiata da Besano a Meride, oppure la discesa dalla Madonna del Monte alla Rasa, o, meglio ancora, una traversata dei Pizzoni di Laveno, per Vararo e pel passo di Cuvignone a S. Antonio e Porto Valtravaglia, porgerebbe al lettore occasione di comprendere il significato orogenetico di questa zona calcareo-marnosa. Egli si persuaderebbe anche soltanto per tale chiaro rapporto della plastica orografica colla composizione litologica del suolo come quella non presenti nessun particolare di qualche importanza, che non trovi in questa la sua ragione sufficiente. L'amenità di alcuni tratti del nostro distretto è appunto collegata a tali rapporti ed a questo rapido succedersi di rocce più o meno compatte nello spessore, di migliaia di metri, dei sedimenti di epoca triasica.

Dei giacimenti fossiliferi dei dintorni di Varese, il più importante è sino ad ora quello di Besano, negli scisti bituminosi; perchè esso ha fornito buon numero di specie di pesci e di rettili, le quali, quando siano convenientemente studiate, come avvenne in questo caso per opera dei nostri naturalisti Bellotti, Cornalia e Bassani, forniscono caratteri cronologici più sicuri in confronto degli avanzi di invertebrati. Giudicati prima lisci, gli scisti bituminosi di Besano vennero più tardi da tutti i geologi riconosciuti come spettanti alla base del trias superiore. La Società italiana di Scienze naturali, nel 1863 e nel 1878, col concorso di un munifico Socio, il cav. G. Gargantini-Piatti, fece eseguire appositi scavi per raccogliere di tali fossili, che, preparati con infinita pazienza dal compianto Giuseppe Barazzetti, costituiscono la raccolta assai pregevole, che ora si conserva al Museo Civico di Milano. Questa collezione comprende anche delle impronte di piante, che furono determinate dal Sordelli, del pari riferibili alla base del Keuper. Le specie descritte dal prof. Bassani nel 1886 sono le seguenti: *Ichtyosaurus Cornalianus* Bass., *Pactynspleura Edwardsi* Cern., *Tribelesodon longobardicus* Bass., *Nemacanthus tuberculatus* Bell., *Leptacanthus Cornaliae* Bell., *Acrodus bicarinatus* Bell., *Hybodus* sp., *Lejacanthus Pini* Bass., *Belonorhynchus* cfr. *robustus* Bell., *Belor. Stoppanii* Bass., *Belor. striolatus* Bronn(?), *Pholidophorus Barazzettii* Bass., *Phol.* cfr. *Bronni* Kner., *Peltopleurus typus* Bronn., *Semionotus gibbus* Bass., *Notosomus Bellottii* Bass., *Ptychopis Barboi* Bass., *Lepisodus triasicus* Bass., *Lep. sp.*, *Urolepis? sp.* *Tetragonolepis* sp. *Colobodus varius* Giebel.

Non mancano i molluschi, del pari studiati dal prof. Bassani, e sono dei più caratteristici del piano ad *Halobia* (*Duonella*) di Wengen.

Gli scavi occupavano un'estensione di circa 15 metri con una profondità di 6; le piante, i rettili ed i pesci furono dissepolti dagli strati compresi nei m. 5.50 superiori; mentre le conchiglie si ottennero esclusivamente dal mezzo metro sottostante. Recentemente io ho pubblicato una Carta particolareggiata al 10.000 di questa regione ed è probabile che vi si compiano altri scavi a scopo industriale, che daranno occasione a nuovi rinvenimenti di fossili.

Il deposito ittiolitico di Besano è probabilmente un po' più recente dell'altro analogo, che entra del pari nell'area della nostra Carta dei dintorni di Perledo. Quivi fu rinvenuto il bel rettile *Lariosaurus Balsani* Cor. e molte specie di pesci, spettanti di preferenza ai generi *Lepidotus*, *Semionotus*, *Pholidophorus* ed *Urolepis*; ma le specie sono diverse da quelle di Besano.

Il deposito di Besano corrisponde a quelli di Luneville, di Bayreuth, di Kybna e di Eperstätt, tutti ai confini tra il trias medio ed il superiore.

4.° *Dolomia principale*. Conservo questo nome all'ultimo membro del trias, non tanto perchè lo spessore di questa dolomia superi quello della suaccennata infraraibliana, ma piuttosto perchè questa formazione è continua, con discreta potenza e con alcuni fossili abbastanza frequenti, sebbene male conservati; sono piccoli gasteropodi e bivalvi (*Gervillia exilis*) ed alghe calcari diverse dalle dette giroporelle. Nei dintorni di Besano e di Arcisate si passa per gradi a questa dolomia dagli scisti sottostanti, di cui gli strati si fanno in alto alquanto più potenti e dolomitici. La roccia è sempre foggata a dirupi di portamento assai svelto e contornati da frane. Nei dintorni di Viggiù e Induno, nel gruppo del Campo de' Fiori e nei monti della Val Travaglia, questo terreno ha una potenza assai limitata; ma pel suo comportamento alle meteore, esso sempre si distingue, formando degli appicchi di qualche decina di metri, che danno il carattere al profilo della montagna. Se il lettore è pratico dei siti, avrà certamente a memoria i contorni del S. Martino, del Campo de' Fiori, del Sasso delle Corna, del S. Elia e del Monte Orsa, dal lato in cui questi monti guardano la regione di affioramento delle rocce porfiriche; da quel lato, cioè, sul quale essa dolomia mostra le testate dei suoi strati, sollevati ed infranti.

5.° *Scisti e calcari marnosi dell'infralias*. — Anche qui siamo in presenza di un orizzonte assai importante per gli studiosi di geologia e che in molte regioni prealpine, anzi appena a levante del Luganese nella valle di Bene, presenta altresì uno stretto rap-

porto orogenetico per la sua ragguardevole potenza. Ma nella regione in esame, si tratta di solito di pochi metri di rocce scistose, talora di marne variegata simili alle keuperiane, che separano la dolomia principale da altra roccia dolomitica analoga, spettante del pari all'*infraalias*. Le località più fossilifere sono nei Pizzoni di Laveno ■ sul Campo dei Fiori; l'andamento è distintamente segnato sulla mia carta geologica della Lombardia; sul terreno però questo piano si perde di vista facilmente.

6.^o *Dolomia superiore dell'infraalias*. — Questa è una formazione alquanto saltuaria, almeno pel suo vario spessore.

A volta torreggia maestosa coi suoi versanti denudati, come nel dirupo sopra Capolago e nel più alto gradino dei versanti a nord dei suaccennati monti dolomitici facenti corona all'area porfirica; a volta è appena accennata da pochi metri di dolomia, alla base della formazione liasica. Questa dolomia è spesso venata per rilegature di calcite, raramente fossilifera. La accenno perchè in complesso essa presenta una sufficiente continuità e comprende, se non erro, delle cave di calcare per calce di qualche importanza, come presso Arcisate e Brenno, dove la carta svizzera segna dolomia principale, ed alle cave di Ispra, della cui roccia la determinazione cronologica rimane tutt'ora incerta.

7.^o *Calcarei selciferi del lias inferiore*; calcari arenacei, cloritici, compatti di Viggù ■ Saltrio; calcari variegati, marmorei di Arzo ■ Besazio, con alcuni banchi dolomitici.

Questa è la formazione sedimentare più sviluppata nella serie secondaria; non tanto per la sua potenza originaria, quanto perchè le complicate contorsioni ne aumentano assai l'area di affioramento. Le curve impartono altresì una particolare fisionomia ai versanti, che più o meno esattamente le assecondano, in particolare dal lato esterno, di solito meridionale, dell'accennato avvolgimento calcare tutto attorno all'area porfirica. Talora la forte inclinazione si manifesta per la straordinaria declività dei versanti, come ai Pizzoni di Laveno; oppure il movimento delle masse è maestoso e più molle, come alle falde sud del Campo dei Fiori ■ del Monte Generoso; sempre però colla riempitura dei depositi glaciali, sino ad una certa altezza disposti a gradinate assai regolari. Nella Vallintevi, appena a levante del nostro distretto, tale fisionomia orografica è ancora più evidente, facendosi poi più mossa ma collo stesso genere di dettagli sulle sponde del ramo di Como del Lario. Però anche nei monti varesini a nord di Varese, nella Val Cuvia e per un tratto del versante nord dei Pizzoni di Laveno, l'occhio appena esercitato avverte la presenza di questo terreno. La stratificazione

è sempre manifestata ed abbastanza regolare; sono frequenti le cave di materiali da costruzione e spesso ancora da ornamentazione; il terreno è coperto, in particolare alle falde dei rilievi, dal detrito selcioso, commisto ad ocre rossa, residuo della erosione atmosferica subita dalla roccia. Il castagno in basso, il ceduo — specialmente il faggio in alto, completano il carattere del paesaggio, al quale la formazione in discorso dà quel ch'è di mezzo tra l'orrido alpestre e l'ondulazione uniforme dell'alto Appennino; in quel paesaggio, noi lombardi ci sentiamo a casa nostra. Rimando il lettore alle mie precedenti pubblicazioni per particolari sulla serie dei banchi coltivati nelle cave di Saltrio e di Viggiù, le quali presentano, come giustamente dice lo Stoppani « una bellezza teatrale » cogli ampi loro soffitti che si perdono nell'ombra, coi pilastri inclinati normalmente al piano degli strati, colle loro gradinate da giganti, coi loro cordami ed argani cigolanti.

Una popolazione di abili cavatori vi lavora attivamente, preparandosi ad emigrare in tutto il mondo per esercitare l'arte dello scalpellino e spesso dello scultore. A Viggiù una buonissima scuola di disegno, diretta dal prof. Giuseppe Ongaro, svolge la naturale disposizione, diremo quasi atavica, di quella buona popolazione, così da crearsi quivi un centro artistico, che ha dato all'Italia buon numero di scultori illustri, quali il Vela, il Butti, l'Argenti, il Cassi, il Bottinelli ed altri parecchi. Data la materia prima nella natura della roccia, non potrebbe esser che la genialità di quella brava gente non dipenda in parte ancora dalla amenità del paesaggio? Quei profili di monti paiono persone, quelle varietà di paeselli succedentisi a brevi distanze, quella meraviglia di laghi, quelle acque scorrenti, quei ripiani di roccia o più frequentemente di morena, a mezza costa, sparsi di abitati, quelle selve, quella vaga copertura di ceduo — di pascoli, riempiono l'animo di gioia e vi imprimono un ricordo incancellabile. Quella gente emigra, lavora, guadagna e fa ritorno al paesello nativo; in generale lascia buona opinione di sé ovunque essa si rechi.

Ma per tornare ai nostri calcari del lias, dobbiamo anche ricordare la ricchezza delle faune, che quegli strati hanno fornito nei vari loro piani, in particolare nelle cave. I marmi di Arzo e di Besazio sono poi un vero impasto di reliquie organiche: di crinoidi, di brachiopodi, di alcuni acefali e di qualche cefalopodo; in alcuni banchi di calcare eloritico di Saltrio si raccolsero dei gasteropodi elegantissimi, forse i più belli che sveli la paleontologia, le *Pleurotomaria*; in altri strati prevalgono i nautili e le grosse ammoniti. Lo Stoppani e più tardi il Parona, hanno illustrato egregiamente

questa bella fauna, la quale risorge sempre più ricca e trova riscontro nelle varie località liasiche italiane, persino in Sicilia. — A ponente del Lago Maggiore il calcare fossilifero di Gozzano fa riscontro quasi esatto a quello di Arzo e Besazio; nel bacino del Lario le cave di Moltrasio hanno dato le stesse forme che si raccolgono qua e là negli stati di calcare nero selcioso, prevalente in questo terreno nel Varesotto. Indico come località meritevoli di nuove ricerche i dintorni di Arcumaggia, in Val Cuvia, il Monte Val Grande, la cima del Monte Generoso; di quest'ultima località venne fatta in questi ultimi anni una accurata raccolta di fossili dalla egregia sig. Giulia Comolli-Perti di Como, e le specie saranno tra poco descritte da un distinto mio allievo il dott. Emilio Repossi.

8° *Calcarei marnosi e marne variegata del lias medio e superiore; selci variegata del giura; majolica.* Ecco un'altra zona multiforme di rocce spesso ricche di fossili epperò assai note ai geologi e paleontologi, ma che dal punto di vista della orogenesi meritano appena di essere accennate come causanti delle depressioni e delle sfumature nel carattere prealpino dei versanti.

Sono calcari marnosi rossi o cinerei, spesso mandorlati, ricchi di ammoniti, piritizzate di solito o convertite in limonite negli strati più bassi. Alle falde dei monti di Val Cuvia, del Campo dei Fiori, dei monti sopra Induno, ancora meglio lungo il torrente Clivio, presso il paese omonimo, in vari punti del dosso arrotondato del Gaggiolo, e nel bacino luganese presso S. Maria di Ardena, a nord-ovest di Brusimpiano, la zona di queste rocce marnose è molto evidente; spesso le marne sono di color rosso mattone e sotto Clivio ho trovato assai diffusi i piccoli gusci di *Posidonomya*, appena sopra la zona più ricca di ammoniti, da cui prende di solito il nome, per la Lombardia, la formazione del lias superiore.

Nel tratto a ponente di Varese, a sud-est di Laveno si eleva il Monte di S. Giano, dove si può vedere assai regolare e distinta la serie liasico-giurese, incurvata in una sinclinale diretta nel senso stesso dei monti della Val Travaglia. Questa zona ammonitica è costantemente ricoperta da strati selciosi di vario colore, più spesso rossi o verdi, a volta contenenti degli *aptici*, incurvati ed arricciati nelle più strane guise, sebbene la roccia che li compone sia assai fragile.

Anche questo è un terreno molto erodibile e che anche da lontano si distingue pel colore rosso del detrito, assai acconcio per la vegetazione del castagno.

Il calcare bianco a grana fina, a suture lobate, a interstrati cloritici, talora impiegato nelle arti decorative e conosciuto col

nome di *majolica*, accompagna quasi ovunque la detta zona di selci. Il paleontologo, coll'aiuto del microscopio, mentre scopre in questi selci una varietà infinita di radiolari silicei, nota l'abbondanza dei foraminiferi nel soprastante calcare bianco, il quale è di solito con ammoni e straterelli di selce bionda e rosea.

Nei dintorni di Gavigrate e precisamente lungo la ferrovia per Laveno, la *maiolica* si presenta sopra un tratto assai esteso, il taglio assecondando la direzione degli strati. Essa compare inoltre presso Besozzo, al Monte S. Giano, sulla sponda meridionale del Lago di Varese, nei dintorni di Saltrio e di Clivio, al principio della salita da Lavena ad Ardena nel limitato affioramento di rocce giuresi, residuo nell'ambito del Ceresio.

Chi sale al Generoso trova questa zona ripiegata a sinclinale poco sotto il maggiore albergo, verso Cagno e verso l'Alpe Baldovana. È questo un buon orizzonte, che avverte il geologo come al suo affiorare sia chiusa la serie delle formazioni giuresi e seguano al di sopra i terreni dell'ultima epoca secondaria, della creta. ¹⁾

9.° *Calcari marnosi, marne variegatae, arenarie della creta.* Non è il caso di discutere quali piani cretacei siano precisamente rappresentati in questo complesso di rocce facilmente erodibili, che nel nostro distretto sono in apparenza poco sviluppate, per la ragione che nelle depressioni causate dalla facile erodibilità di questi terreni si raccolse una assai vasta massa di depositi glaciali e si stesero ampiamente le alluvioni posglaciali o le torbiere, e stagnano i laghi di Varese e di Biandronno; questi dovuti, al pari dei laghi di Alserio, Pusiano ed Annone, alla poca tenacità delle rocce cre-

1) Ricevo dall'amico prof. C. F. Parona, per sua gentile accondiscendenza a fattagli preghiera, l'elenco seguente delle più caratteristiche specie delle formazioni giuresi ed infracretacee dell'area Varesina.

LIAS INFERIORE. 1.° Formazione dei calcari neri selciosi di Moltrasio, che si estende in Vall'Intelvi ed al Monte Generoso; zona ad *Arietites bisulcatus* (Brug.); *Arietites Buklandi* (Sow.); *Arietites rotiformis* (Sow.); *Arietites ceratitoides* (Quenst.).

2.° Formazione di Saltrio (ricca di 100 specie); *Pentacrinus tuberculatus*; *Rhynchonella acanthica* (Par.); *Lima gigantea* (Sow.); *Cardinia hybrida* (Sow.); *Pleurotomaria anglica* (Sow.); *Nautilus striatus* (Sow.); *Oxynoticeras oxynotus* (Quenst.); *Schlotheimia boucaultiana* (d'Orb.); *Arietites obtusus* (Sow.); *Arietites stellaris* (Sow.); *Agosticeras Scipionianum* (d'Orb.).

LIAS MEDIO. 1.° Calcare marmoreo di Arzo e Besazio (*Charmoulisano inferiore*); *Dumortieria Jamesoni* (Sow.); *Aegoceras densinodum* (Quenst.); *Spiriferina rostrata* (Schl.); *Spiriferina expansa* (Stopp.); *Rhynchonellina alpina* (Par.); *Rhynchonella Brisei* (Gemm.); *Rhynchonella Sordellii* (Par.); *Terebratula punctata* (Sow.); *Terebratula gozzanensis* (Par.); *Waldheimia cornuta* (Sow.); *Waldheimia subnumismalis* (Dar.).

2.° *Domeriano* di Arzo, Clivio, Val Marianna: *Pecten subreticulatus* (Stolz.); *Phylloceras Meneghini* (Gemm.); *Lytoceras lineatum* (Schl.); *Rhacophyllites libertas*

tacee, come per tempo ha notato il Curioni. Di fossili non abbiamo che le fucoidi, assai frequenti ■ svariaticissime a Morosolo presso Varese; ma va notato un fatto, precisato recentemente dal professore Ernesto Mariani, quale si osserva nella sottile striscia di terra, che separa il laghetto di Biandronno da quello di Varese; ed è il seguente, che ricordo.

Quivi affiora un calcare puddingoide, formato di ciottoli anche grossi di rocce giuresi, provenienti da località non molto lontane, cementati da una marna grigiastrea, che l'autore riferisce alla creta inferiore. Questi ciottoli contengono dei fossili giuresi di vari piani, che erano già stati in parte descritte dal Meneghini, insieme ad altri provenienti dalle rocce giuresi che sono in posto nei dintorni di Induno. Il fatto di fossili rimaneggiati sul fondo di antichi mari non è nuovo; ma da noi non si verifica di frequente, almeno nell'alta Italia. È anche importante di notare che appena sopra alla majolica, le marne cretacee assumono talora quei diversi colori più o meno vivaci, che presentano sotto ad esse i terreni giuresi e del lias superiore; però, per quanto io sappia, non accade mai di trovarvi delle selci. Queste marne cretacee variegata si vedono distinte lungo la linea Gallarate-Laveno, presso la stazione di Besozzo. In complesso le rocce della creta soprastanti alla majolica sono poco compatte e come tali furono facilmente piallate ed erose dal potente ghiacciaio ticinese ogni volta che esso discese ad affrontare il disgelo fino allo sbocco della grande conca verbanica.

10.^o *Calcare nummulitico; marne e molasse, puddinghe ed arenarie del terziario inferiore e medio.* Conosciamo ancora troppo

(Gemm.); *Arietoceras algovianum* (Opp.); *Harpoceras bosense* (Reyn.); *Deroceras armatum* (Sow.); *Peltopleuroceras spinatum* (Brug.); *Atractites orthoceroptis* (Mgh.).

LIAS SUPERIORE. (Viggiti, Induno, Bregazzano, ecc.); *Nautilus tenuistriatus* (d'Orb.); *Phylloceras Nilssoni* (Heb.); *Lyloceras Dercadis* (Mgh.); *Lillia comensis* (V. Buch); *Lillia erbaensis* (V. Hauer.); *Euldoceras bifrons* (Brug.); *Paroniceras sternalis* (V. Buch); *Caloceras crassum* (Phill.).

INFRATITONICO. Massi di marna puddingoide di Biandronno, Frascarolo, Fontana degli Ammalati, in Valganna. *Rhynchonella capillata* (Zitt.); *Aptychus Beyrichi* (Opp.); *Neumayria trachinata* (Opp.); *Sowerbiceria silenum* (Font.); *Aspidoceras contemporaneum* (Favre); *Simoceras rendense* (Moesch); *Perisphinctes lusingensis* (Favre); *Perisphinctes Taramellii* (Mar.).

TIRONICO. Massi suddetti; Frascarolo, Morbio superiore, Loverciano presso C. S. Pietro (Mendrisio). *Pygope diphyia* (Fab. Col.); *Pygope triangulus* (Lank); *Phylloceras ptychoicum* (Quenst.); *Phylloceras Kocki* (Opp.); *Lyloceras quadriscutum* (d'Orb.); *Perisphinctes Zitteli* (Sienir.); *Perisphinctes Geron* (Zitt.); *Aspidoceras rogoznicensis* (Zeusch); *Aspidoceras longispinum* (Sow.).

INFRACRETACEO. Morbio e Loverciano, Cragno (Monte Generoso) *Aptychus angulicostatus* (Pict. et Loe.); *Phylloceras semistriatum* (d'Orb.); *Holcostephanus bidichotomus* (Leym.); *Belemnites latus* (Bleinv.); *Belemnites bipartitus* (Bleinv.).

poco la fauna fossile di questa formazione per poter definire i rapporti esatti tra essa ed i piani in cui fu suddiviso, forse troppo, il terziario anche nell'alta Italia. Nel territorio esaminato troviamo il noto calcare nummulitico, che si scava in vari siti ad uso di calce, sulla sponda settentrionale del Lago di Comabbio da Ternate a Travedona; per una zona abbastanza continua da Bernate a Lomago; ed a sud del detto lago in un affioramento, che ho già ricordato ■ che fu descritto accuratamente dal mio egregio collega Salmoiraghi, presso Oneda al bivio della strada da questa frazione per Mercallo e per Corgeno, come già fu detto.

Le molasse e le marne compajono alla base e più volte alternate colle puddinghe ed arenarie soprastanti; allo sbocco nord della galleria ferroviaria di Cimbri, esse marne hanno fornito molti fossili allo stesso signor Salmoiraghi, in ispecie foraminiferi, ■ con tutta probabilità spettano al miocene inferiore.

Le puddinghe, assai sviluppate e fortemente inclinate, hanno pel nostro compito, di seguire l'orogenia della regione, una grande importanza. Sicuramente esse rappresentano un particolare di quel grande allineamento di formazioni litoranee, che circondava le terre nascenti all'aprirsi del terziario medio, si può dire, in tutta la regione mediterranea non solo, ma altresì alle falde settentrionali ed occidentali delle Alpi. È la stessa puddinga che costituisce il Righi, parte del Pilatus e la montagna della Grande Certosa di Grenoble, come i dintorni di Paola e di Campobasso, come buona parte dei colli Torinesi. Per centinaia di metri di potenza, in riva al mare, si sono accumulate le deiezioni torrenziali apportate dalle rapide e rigonfie fiumane di quel tempo.

Ma d'onde venivano quelle fiumane? Lo dicano le rocce che ora e certamente anche a quel tempo affioravano ed affiorano a ponente del Verbano e precisamente nella Valsesia e nella media Valle del Toce: graniti anfibolici, dioriti, serpentini, così rari nel bacino ticinese, calcari dolomitici del tipo di quelli che ora si rimarkano in piccoli lembi presso Ivrea e certi gneiss porfiroidi rosei, che nessuno ha mai osservato in posto nelle valli confluenti a Locarno od a Belinzona.

Insomma è un materiale assolutamente diverso da quello, che fu trasportato dalle correnti scese da poi per la grande valle Verbana, prima che questa fosse trasformata in lago, formando le alluvioni sottostanti alle morene. Si può anche domandare alla geologia che indichi ad un dipresso le vie per le quali queste alluvioni piemontesi sono discese, a forza di torrenti diluviali, dalle montagne ad ovest del Verbano; e la geologia non può che interrogare la

topografia e proporre almeno sotto la forma di ipotesi l'opinione che appunto quei mozziconi di valli, che noi vediamo serpeggiare così stranamente nell'area varesina, abbiano avuto la loro prima origine per dei solchi, che si continuavano al di là del Verbanò in alcune delle valli, che ora vi sboccano con direzione da nord-ovest. Siccome i movimenti di suolo, avvenuti dopo la formazione di queste puddinghe mioceniche, hanno, chissà in quale senso e di quali quantità, alterata l'altimetria relativa; e siccome non sappiamo nemmeno quanta parte di questa formazione sia stata abrasa durante il terziario recente ed il quaternario; così all'attuale altitudine di circa 500 metri, media massima di questo apparato litoraneo sollevato, non possiamo attribuire nessun valore per la ricerca dell'altitudine degli equivalenti terrazzi orografici entro quelle depressioni, nelle quali saremmo tentati di collocare l'origine degli accennati frammenti di valle. Se volessimo, ad esempio, supporre che la valle Canobbina continuasse colla Morgorabbia al di qua del Lago Maggiore e per la Val Cuvia confluisse colla Valle Intrasca ed entrambe insieme preparassero l'abrasione dei terreni secondarii attorno alla cupola avente a nucleo i porfidi luganesi, noi arricchiremmo tuttavia di fare un romanzo geologico.

I dettagli della orografia miocenica sono davvero assai confusi; nè io mi proverò con pochi dati a tentarne la scoperta sulla faccia dell'area esaminata, che, quale pallinsesto, porta le impronte di così diverse scritture. Do però un certo valore a questa ipotesi, almeno come inizio di discussione e di ricerca.

L'area di affioramento del miocene inferiore e medio, rappresentati da questo gruppo di rocce clastiche litoranee, non è molto suscettibile di una esatta delimitazione; poichè lo sfacelo delle puddinghe, le quali, ad esempio, presso Rodero e Bizzarone, comprendono massi colossali, si confonde così facilmente colle morene da esigere un'attenta constatazione della natura litologica per decidere se si tratta di miocene oppure di glaciale. Il signor Sacco, nella sua carta dell'anfiteatro morenico del Lago Maggiore, ha distinto i due terreni meglio di quanto io abbia potuto fare nella cartina pubblicata qualche anno prima; io a mia volta posso migliorare in alcuni punti il rilievo dell'egregio amico giovandomi anche delle indicazioni dello stimato collega prof. F. Salmoiraghi; ma in realtà nessuno sinora si assunse il non agevole compito di questa delimitazione, da rimandarsi a quando si eseguirà il rilievo definitivo della regione con personale apposito. Le indicazioni cartografiche attuali bastano tuttavia per dimostrare l'enorme estensione di questo antico apparato litoraneo sotto il mantello delle morene e delle alluvioni quaternarie.

Di terreni spettanti al *miocene superiore*, che è il periodo della formazione gessoso-solfifera italiana, per quanto io sappia, non evvi alcuna traccia nell'area varesina; il più vicino lembo lombardo di questo piano è il colle di Montorfano Bresciano, immane frammento di un antico piano insubrico, sconvulso, sporgente dalle alluvioni quaternarie.

Non già per l'estensione degli affioramenti, ma per la loro importanza come prove della insidenza del mare, o meglio del ritorno del mare alle falde delle montagne varesine, debbo ricordare i lembi di argille plioceniche, fossilifere, conosciuti da tempo alla Folla di Induno, al Faido, a sud di Varese, a Taino presso Angera e nei dintorni di Mendrisio, verso Balerna. Il prof. Sacco ha indicato dubitativamente parecchi altri lembi alquanto più estesi, presso Bizzozzero, Cortabbia e Capolago; ma gli anzidetti, sicuramente pliocenici, sono sufficienti per informarci come alla fine dell'epoca terziaria il mare depositasse sulle erose rocce secondarie al pari che sulla già sollevata ed erosa puddinga miocenica, presso Taino, le argille ricche di fossili, che un accurato studio del professore C. F. Parona ha dimostrato coevi a quelli di altri consimili lembi pliocenici prealpini. Le argille alla Folla d'Induno, sono ricoperte da sabbie argillose, giallastre, con impronte di foglie di specie ancora terziarie; a Taino passano insensibilmente, credo per rimaneggiamento, ad argille, con ciottoli striati; così a Coldrerio di Balerna, appena a levante del territorio varesino. Questo passaggio non deve ritenersi un indizio della immediata discesa del grande ghiacciaio ticinese nel golfo pliocenico indicato da questi scarsi lembi di argilla. Poiché dobbiamo considerare che a brevissima distanza da questi lembi di argille marine, coperte da argille glaciali, troviamo con ragguardevole potenza, l'alluvione diluviale antica, cementata sotto forma di *ceppo* oppure alterata sotto forma di *ferretto*, della quale passiamo a discorrere.

11.^o *Alluvione antica. Depositi morenici delle varie espansioni glaciali.* Chiusa definitivamente con un ultimo sollevamento delle spiagge plioceniche la fase marina per l'area esaminata, ripresero ad espandersi le alluvioni. Ma durante il pliocene l'erosione fluviale erasi certamente spiegata con grande energia ed aveva approfondito e modificato il tracciato idrografico, probabilmente sino d'allora abbozzando a ponente una valle principale che chiameremo verbanica, ed a levante una valle lariana, abbandonati i decorsi del Ceneri e della valle Porlezza. Il prodotto di questa enorme abrasione consiste, se non erro, in quella alluvione cementata, che noi lombardi chiamiamo col nome di *ceppo* e che si estende dovunque

sotto le alluvioni incoerenti della zona pedemontana della nostra pianura. Dove essa è potente, la si distinse in una parte più antica, forse ancora pliocenica, passante a volta a sabbie ed argille gialle lignitifere, come a Castel Novate, presso Vizzola, ed in una porzione più recente, con elementi alpini sempre più simili a quelli contenuti nelle morene soprastanti, che potrebbe essere contemporanea ad una prima espansione glaciale.

Alla superficie però questa alluvione antica, passante, secondo alcuni, a morene del pari assai antiche, è decomposta per alterazione atmosferica di tutte quelle rocce che potevano subire questa azione; in particolare delle feldispatiche che furono caolinizzate, e delle calcari che vennero disciolte o ridotte allo scheletro siliceo se contenenti delle selci. Questa è sicuramente l'origine di quel terreno ocraceo, che noi chiamiamo *ferretto* ■ che costituisce sino a ragguardevole profondità il suolo ed il sottosuolo nelle aree, che sono dette da noi lombardi *groane* o *baraggie*. Alcuni geologi pensano che la decalcificazione della porzione superiore di questa alluvione abbia servito alla cementazione delle parti più profonde, convertite in ceppo; altri pensano, ed io tra questi, che la cementazione sia stata contemporanea al trasporto e che l'alterazione atmosferica abbia agito sulla roccia già cementata. Fatto sta che questa antica alluvione era cementata quando una seconda ed una terza volta ridiscesero i ghiacciaj alpini; poichè non è infrequente trovare dei pezzi di ceppo nelle morene. Quanto ora mi preme di notare si è la potenza ragguardevole di questa alluvione antica, posteriore alla ritirata del mare dal piano lombardo ed anteriore all'ultima invasione dei ghiacciai. Ed è pur notevole l'altitudine che essa attinge, sebbene lo spessore di essa debba essere assai diminuito per l'accennata alterazione. Siccome sono scomparsi tutti i ciottoli calcari, che certamente dovevano esistere perchè le correnti che apportavano quelle alluvioni solcavano vasti tratti di terreni secondarii, si può calcolare che quelle poche decine di metri, o, dirò meglio, quei pochi metri che di solito misurano lo spessore del *ferretto* rappresentino almeno uno spessore quintuplo. Ma in tali questioni guai a chi ci tiene troppo alle cifre. Credo tuttavia di non esagerare assegnando l'altitudine di 550^m all'apice della conoide di questa alluvione antica corrispondente allo sbocco della valle di Arcisate, scaricatrice principale del bacino Ceresio; altitudine almeno di 150^m superiore al livello medio degli anfiteatri morenici del Lario e del Verbano; superiore di 961^m al fondo del primo e di 925^m al fondo dell'altro di questi bacini.

Sarebbe uno sforzo di fantasia attribuire questa straordinaria profondità alla erosione, sia delle acque sia dei ghiacciai.

Pare infatti fuori di dubbio che in séguito alla prima discesa dei ghiacciai alpini ed anteriormente a quell'ultima invasione di essi, alla quale dobbiamo gli anfiteatri morenici con morene tuttora fresche, siano accaduti dei movimenti considerevoli di suolo, i quali hanno contribuito alla formazione dei bacini lacustri ed ai mutamenti idrografici. Di questi i più importanti per la nostra regione sarebbero la inversione a nord-est della Morgorabbia e la sospensione dei decorsi fluviali di Arcisate e di Mendrisio.

Il mio compianto maestro, lo Stoppani, mi avvertiva più volte che mi guardassi dallo spiegar tutto; aveva ben ragione e questo è davvero il caso di seguire il suo consiglio. Mi limiterò quindi ad asserire che se le acque e le alluvioni scendevano per le valli del Verbano e del Ceresio giù dalle Alpi da cui queste alluvioni antiche certamente provengono, i bacini lacustri del Verbano e del Ceresio allora non esistevano.

Questo è il nodo della dibattuta questione sui bacini lacustri prealpini, che io non ho mai pensato a sciogliere in tesi generale e sino ad ora non mi è nemmeno riuscito di sciogliere in modo soddisfacente pei singoli bacini lombardi. Occorrerebbe sapere, come si è giunti a conoscere pel lago di Zurigo, la posizione di alcuni lembi di questa alluvione antica molto sollevati sul fondo delle valli e sicuramente coevi all'alluvione convertita in *ferretto*, per poter dimostrare il senso ed il valore di quelle variazioni relative di altrimetria, per cause endogene, che si dovessero invocare per completare la spiegazione di questi due principali bacini lacustri. Sino ad ora ho bensì osservato dei lembi di conglomerato presso Riva S. Vitale, presso Besano ed in Val Ganna, ed un lembo di *ferretto* a Monte Allegro sopra Induno (587); ma sono dati troppo scarsi per ricostituire l'andamento dei *thalwegs* quaternari. Presso Mendrisio e Ligonetto vi sono altri conglomerati, ma sono sicuramente posteriori all'ultima invasione glaciale. In complesso, siamo ancora lontani da quella sufficienza di dati che si va preparando per altri bacini lacustri italiani, anche dal punto di vista orogenetico; gli studi del sig. A. Cozzaglio e dell'ing. Stella sul Lago di Garda, dei professori Salmoiraghi e Baltzer sul Lago d'Iseo, di O. Marinelli sui laghi Morto e di S. Croce, nel Veneto, ai quali io ho procurato di aggiungere altri dati, la maggior parte inediti, hanno messo insieme un materiale senza dubbio importante ma impari tuttora alle difficoltà del problema principale, che consiste nel

determinare precisamente gli spostamenti relativi di massa avvenuti nell'area dei nostri laghi dal pliocene al posglaciale.

Mi sembra che sia da riferirsi a questo gruppo delle formazioni anteriori all'ultima invasione glaciale anche quel terreno più leggermente ocreo, sabbioso, di origine probabilmente lacustre, che trovasi in più siti attorno al Lago Maggiore sottostante alle morene; esso contiene radi e piccoli ciottoli, sparsi nella massa, che è confusamente stratificata, e gli strati sono spesso arricciati per la pressione glaciale subita.

Questo terreno fu da tempo osservato dall'ing. Gentili nella galleria di Vergiate, e poscia da me presso Luino, Baveno, Angera e nei dintorni di Somma.

Può essere che questa sabbia argillosa almeno in parte sia di origine eolica; in fatto è molto estesa nella regione attorno alla estremità meridionale del Verbano. Nel Varesino non m'accadde di osservarla. Bensì si notano delle morene alterate ed in parte ferrettizzate, ricoprenti dei banchi di ghiaia, le quali sembrano più antiche di quelle che formano la più conservata cerchia di Albizzate, Somma, Borgo-Ticino, Gattico-Inverio.

Ne osservai tra Arcisate e Brenno, presso la stazione di Bisuschio, nella depressione del Tedesco e attorno al Deserto; e gli esempi saranno di certo aumentati in un rilievo più esatto, volendosi introdurre anche in questo grandioso apparato morenico del Verbano quelle distinzioni, che l'ing. Stella sta applicando all'altro non meno complesso e grandioso anfiteatro del Garda.

Ora la storia delle successive espansioni glaciali non si può che abbozzarne per questa regione, comprendendola nel fatto che posteriormente alla formazione della accennata conoide di alluvioni antiche, che dal sito più noto possiamo distinguere col nome di conoide di Tradate, il ghiacciaio del Ticino ha occupato, almeno a due riprese, tutte le depressioni della regione in esame, lasciando sporgere dalla sua massa appena le vette più elevate, che superavano circa i 1200 metri.

La disseminazione degli erratici, numerosi e notissimi, oltre ai molti che furono distrutti per trarne materiale edilizio, dimostra il fatto in modo evidente.

Il viaggiatore che se ne volesse convincere del tutto, non durerebbe fatica a trovare erratici, anche di parecchi metri cubi di diametro, presso la vetta dei Pizzoni di Laveno, al Monte Colonne sin quasi in cima, sui monti a levante di Orino, il Val Cuvia, sul Pianbello, sul dosso sopra Cuasso al Piano, sul versante meridionale del Monte Orsa sopra Viggiù, presso Olivio, al Gaggiolo,

per non dire dei più noti presso Angera, dei quali è classico il *Cavallaccio*.¹⁾

I depositi morenici, attorno alle depressioni vallive e lacustri, si spingono meno alti che i massi erratici, tenendosi tra i 600 e 700 metri e tra i 400 e 500 metri; sempre però dimostrando una potenza ragguardevole della massa glaciale, la quale, molto probabilmente, riempiva del tutto le conche lacustri, che essa aveva contribuito ad erodere nella roccia in posto.

Occorrerà appena avvertire che se si ammette un potere erodente della massa glaciale, per misurare la massima potenza di questa massa non si deve prendere la distanza del livello superiore dei massi erratici dal fondo dei bacini lacustri, parzialmente scavati dalla massa stessa; questa si sarà abbassata mano mano che erodeva, lentamente strisciando nell'immensa sua mole, ruzzolando sul fondo i materiali rocciosi, che venivano al tempo stesso erosi; per dare così, insieme al prodotto dell'erosione esercitata sulla roccia in posto, quelle torbide fangose, che si raccolsero nella parte bassa della valle padana collo spessore di almeno duecento metri. La teoria della escavazione dei bacini lacustri per opera dei ghiacciai avrebbe fatto più rapidamente la sua via, se si fosse per tempo inteso questo modo di erosione sub-glaciale, detta meno precisamente escavazione.

Quanta parte abbiano avuto i ghiacciai a formare le conche del Verbano, del Ceresio, del lago di Varese e dei laghi minori, noi non lo possiamo giudicare anche perchè ignoriamo in quanta parte vi abbiano contribuito i movimenti del suolo nelle varie porzioni di quest'area montuosa e collinosa, non conoscendo nemmeno approssimativamente la posizione che occupano attualmente gli an-

1) Il prof. Leopoldo Maggi nel suo pregevole scritto sulla costituzione del territorio di Varese (1874) indica in Val Cuvia i seguenti massi erratici più distinti, insistendo egli pure sulla opportunità che questi pochi avanzi di una quantità innumerevole di altri massi stati distrutti per trarne materiale edilizio, siano protetti da qualche regolamento; in fatto lo sono abbastanza efficacemente dall'essere i più composti di rocce poco adatte all'uso, pel quale i loro compagni di viaggio furono impiegati:

		lungo	largo	alto
Sasso del Pied, di gneiss micaceo	m.	8.50	6	2.50
Sasso del Bottino	m.	4.80	4.10	2.70
Sasso del Pion delle Noci	m.	8	■	8
in Val del Sasso, sopra Cerro di Trevisago	di porfido m.	8	6	5
Sasso del Bosco della Chiesa di Bedero	m.	7	5	8
Sasso di Frascarolo melafiro	m.	10	7	8

tichi fondi di valle. È però un fatto che ritiratasi la massa glaciale, dopo l'ultima espansione, le conche lacustri erano fatte e finite, ampie ancor più di quanto lo sono al presente, colle loro sponde arrotondate mirabilmente ed orlate da morene. — Esse conche lacustri certamente non esistevano nè in epoca pliocenica nè quando si formarono le conoidi di alluvioni antiche sottostanti alle morene. Se non si può spiegare tutto, conviene pazientare; la geologia è una scienza così recente!

Molto importanti, per la ricostituzione degli antichi ghiacciai ticinesi ed abduano, sono le morene insinuate, segnate la maggior parte sulle carte topografiche: epperò mi limiterò a ricordarle. Esse sono:

Sulla sponda destra della depressione Verbana, quelle di Intragno, Rasa, Palagnedra, Monado, Folsogna, Malesco e Monte Maggiore, coll'intercluso bacino interglaciale con argille sabbiose ricche di vegetali, presso Re, da 600 a 1000 metri; quelle di Frarego e Viggiona, a nord di Cannero, colle altre di fronte di Donega, Barbè e Vidissino, tra i 700 m e i 900^m, quelle di Scareno a 854, nella Valle Intrasca e quella di Premeno a 797^m, Cargiogo, Ariannacco a 457^m, Cambiasca e Breno a 407^m, nei dintorni di Intra; gli allineati cumuli morenici del Mottarone, sopra Lesa e Magognino, con depositi torbosi nelle bassure; finalmente quelle dei dintorni di Inverio a 433^m, che poi fanno séguito colle morene frontali destre dell'anfiteatro Verbano.

Manca tuttora un confronto altimetrico di questi lembi morenici; ma in complesso essi sono distribuiti ad altezze decrescenti da monte a valle.

Per la sponda sinistra dell'antico ghiacciaio ticinese, le morene del Ceneri a 550^m, quelle del Lago Delio a 992^m; quelle dei due Cossani e di Agra, presso ai 700^m; quelle della Valtravaglia che salgono a terrazzi da 230 a 600^m e si sviluppano a preferenza sullo sprone settentrionale del Monte di S. Michele e nei dintorni di Nasca e di Sarigo; quelle della Val Cuvia, di cui trattò il professore L. Maggi, dimostrando come intercludano un deposito lacustro-glaciale; finalmente quelle addossate ai versanti occidente e meridionale del monte Campo dei Fiori, scaglionate su due terrazzi verso i 400 ed i 700^m, colle quali morene ha principio il lato orientale dell'anfiteatro.

Il ramo glaciale ticinese nella porzione occidentale del Ceresio edificava le morene amplissime di Cunardo, da Ponte Tresa alla Val Cuvia, chiaramente terrazzate al loro termine settentrionale; le morene di Marzio, del Deserto e del Tedesco, alte presso gli

800^m, nei dintorni di Porto Ceresio; quelle di Brinzio e delle falde settentrionali del Campo dei Fiori. Nella depressione assai accidentata che si stende a nord ed a sud-est di Lugano, le morene furono depositate simultaneamente dal ramo proveniente dal Ceneri del ghiacciaio ticinese e dal ramo proveniente dalla sella Porlezza del ghiacciaio abduano. Mentrecchè le morene di Besano-Arcisate, Cuasso al piano e quella internata e terrazzata di Viggiù stendentesi sino a levante di Clivio, rappresentano il piccolo anfiteatro frontale del ramo glaciale ticinese, proveniente dal Ceneri, che veniva poi a ricongiungersi verso oriente, girando attorno al S. Giorgio, col ramo abduano uscente da Capolago ed allargantesi nella depressione di Mendrisio, a monte della catena di colline mioceniche dal Monte Olimpino sino a Bizzarrone e Cantello. Siccome poi, per alcun tempo, da una scontinuità di questa catena la massa glaciale abduano-ceresia sbucava tuttavia nel piano, pur avendo abbandonato la linea delle morene più espanse di Appiano, formavasi quivi il bell'anfiteatro secondario di Uggiate, Gaggino, Camnago-Fallopio e Parè. Quando però il ramo abduano-ceresio si congiungeva al ramo comasco del ghiacciaio abduano, si costruiva la cerchia principale da Solbiate ad Intimiamo, per Appiano, Guanzate, Burgorello, Vertemate e Cantù, con una bastia avanzata a Lomazzo e Cermenate. Queste più spinte morene dell'ultima glaciazione forse sono sovrapposte a morene ferretizzate della penultima discesa dei ghiacciai; comunque, ondeggiano verso i 300^m sul livello marino, assai più in basso delle morene insinuate più prossime al piano.

Al ghiacciaio abduano va poi riferita la più ampia di queste morene insinuate, la quale forma quella regione, ad altopiano ondulato, che è detta la Vallintelvi, profondamente incisa dai torrenti, sino a raggiungere e solcare la roccia calcarea, liasica e retica, formante l'ossatura di quelle amene e grandiose creste montuose tra il Lario ed il Ceresio: l'altitudine media delle morene di Vallintelvi è di 800^m, ma talune si spingono sin verso i mille metri, presso l'alpe di Orimento.

Il deposito di Calprino, presso Lugano, sicuramente lacustre, è giudicato dal prof. Sordelli più recente di quello di Re e potrebbe spettare al periodo posglaciale. Il deposito del pari lacustre, con filliti, alla Cadenabbia è sicuramente posglaciale, forse anche di epoca storica; riposa infatti sopra una morena profonda, a 13^m sul livello attuale del lago.

12.^o *Alluvione posglaciale, depositi lacustri recenti; torbiere.*
È ancora dubbio che l'uomo abbia realmente assistito, almeno nelle

nostre regioni, alle reiterate invasioni glaciali; alcuni ritengono certo che sia stato testimonio dell'ultima, la quale certamente durò qualche decina di secoli. Ma io non ho una convinzione sicura su questo argomento. Le tracce, anzi la grande abbondanza di avanzi dell'umana industria preistorica, quali furono raccolti in particolare nella regione varesina e precisamente nell'area delle numerose palafitte lacustri di tutti i laghi minori, poco profondi, e nelle torbiere che rappresentano laghi ridotti prima a palude poi interrati, appartengono, senza eccezione, all'era neolitica e sono quindi indubbiamente posglaciali.

L'enorme sviluppo delle alluvioni posglaciali segnate nella carta del signor Sacco col nome di *Terrazziano* pare anche a me esagerato, per la esclusione che l'autore fa di alluvioni contemporanee alla presenza del ghiacciaio nell'area degli anfiteatri; piuttosto accetto la denominazione di *diluvium* recente e mantengo il riferimento alla seconda fase del quaternario, prima della totale ritirata dei ghiacciai, delle alluvioni terrazzate nell'ambito ed all'esterno delle morene. Il terrazzamento posglaciale delle alluvioni quaternarie si vede evidentissimo lungo tutti i nostri torrenti e deve aver durato per lungo tempo, anche dopo scomparsi totalmente i ghiacciai. Nelle vicinanze di Varese e di Induno, non meno che presso Somma e Golasecca, l'abbassamento degli alvei si misura a parecchie diacine di metri ed è un fatto assai importante come quello dello stabilirsi della idrografia attuale. Fu altresì notevole la incisione posglaciale nelle rocce in posto, pur quando esse fossero durissime e tenaci; come si scorge nelle gole scavate, inferiormente al limite delle morene insinuate, nei porfidi quarzosi di Cuasso, nei porfidi bruni di Maroggia, non meno che negli scisti, nei gneiss e nello stesso granito sulle sponde del Verbano. Tale intensità di erosione è spiegata dal fatto che quelle ultime piene quarternarie spazzavano il materiale alpino costituente i depositi morenici e se ne formavano un'arma contro la tenacità e la durezza della roccia in posto, che ne venne incisa con quell'apparenza di frattura, che per tanti anni ha suggerito i primi schemi orogenetici delle regioni alpine. La incisione della Cavallizza presso Cuasso, coi bacini di porfido che la valle presenta ogni qual tratto al piede delle cascate assai pittoresche, è un esempio assai istruttivo di erosione posglaciale. Presso alla Ferrera poi abbiamo un esempio di elaborazione carsica del calcare triasico, dove la Morgorabbia percorre un breve tratto di corso sotterraneo, appunto nel calcare; e questo pure fu lavoro posglaciale, perchè in area occupata e modellata dal ghiacciaio anche durante l'ultima invasione glaciale.

La estensione ragguardevole delle alluvioni acquistata dai fiumi sulle aree prima lacustri deve ascrivere così all'energia dell'incisione posglaciale come all'abbondanza ed all'incoerenza dei materiali morenici, che venivano trasportati in quelle ultime piene quaternarie. Le alluvioni dell'Agno, della Migliasina, del Cassarate, del R. Cuccio a Porlezza trovano riscontro nell'area del Verbano in quelle da Magadino a Bellinzona, all'ampio delta del Fiume Maggia a Locarno, negli interramenti della Valle Intrasca e del Toce presso Intra e Feriolo, non che nell'estensione relativamente assai notevole delle alluvioni tra le colline di Monte Giano, Gemonio, Besozzo, Monvalle e Mombello nel tratto tra il torrente Giano, della Val Cuvia e del Bardello, che scarica il Lago di Varese.

Siccome poi è probabile che almeno negli ultimi tempi del periodo dei terrazzi, il livello del lago fosse alquanto più elevato, perchè i depositi morenici più bassi, in riva al Lago Maggiore, sono rimaneggiati e terrazzati sulle due sponde quasi ad altezza eguale di circa 30 metri, così io ritengo molto probabile che il lago si estendesse ad occupare in territorio varesino anche le depressioni ora torbose tra Angera e Taino e quella a ponente di Lentate.

Analogamente il Lago di Varese, che avrà funzionato da pluviometro anche in epoca posglaciale, doveva essere più alto ed occupava la bassura che a sud si estende sino al Lago di Comabbio, forse invadendo anche il bacino di questo. In complesso, all'epoca del pronto ritiro degli ultimi ghiacciai quaternari, l'estensione dei nostri laghi dovette essere più ampia; ma in epoca neolitica doveva essere presso a poco eguale all'attuale, dimostrando che d'allora in poi non avvennero modificazioni notevoli nelle condizioni meteorologiche della regione.

Devono però essere avvenuti, in epoca non conosciuta ma sicuramente posglaciale, favoriti forse da qualche fase di terremoti, dei forti *scooendimenti*, i quali, a guisa di cicatrici, si rilevano assai distinti là dove la caratteristica dolcezza dei versanti, modellati dall'erosione glaciale, si presenta bruscamente interrotta da qualche dirupo a creste taglienti, ad altitudine visibilmente inferiore a quella dei depositi morenici. Le frane di Arcisate ne sono un esempio assai istruttivo, occupando quelle un tratto considerevole di terreno dal paese sin quasi a Ravasino di sotto. Ma deve anche ricordarsi la grande estensione del detrito di falda, il quale, se fosse rappresentato esattamente, ridurrebbe almeno della metà l'area dei vari terreni segnati sulle carte geologiche. Esso nel paesaggio ha un significato assai armonico, accordando i profili

delle montagne col piano vallivo ■ formando i tratti meglio imboscati e quelli meglio coltivati, dove l'esposizione, l'altitudine e la distanza degli abitati lo consentano. Altre frane che hanno l'aria di scoscendimenti si osservano presso Laveno, alle falde del monte del Ferro, al versante orientale del S. Salvatore, sul lato nord-ovest della catena delle Corna Grande e Sasso Regio a levante del Fiume Cassarate, sopra Capolago e di fronte, a sud di Riva S. Vitale, nei dintorni di Arogno e di Rovio, per dire soltanto dei siti che io ho visitati. È noto che il periodo posglaciale, in particolare quando stavano ritirandosi i ghiacciai alpini a limiti poco lontani dagli attuali, fu contrassegnato anche da questo importante fenomeno dell'abbondanza ■ grandiosità degli scoscendimenti e non è improbabile, ripeto, che ciò sia dipeso altresì da qualche scuotimento sismico violento, allo spegnersi di tanti vulcani, che a non grandi distanze avevano fabbricato montagne e cacciati nell'atmosfera chissà quanti chilometri cubi di vapor d'acqua e di acido carbonico.

Altre volte ho emesse alcune idee, che parvero troppo ardite sui rapporti tra i fenomeni endogeni e gli esogeni nelle epoche geologiche ed in particolare nel quaternario. Le mantengo tuttora per non essere persuaso che migliore spiegazione sia fornita nè dalle ipotesi astronomiche nè dalle orografiche; quelle esigenti epoche esageratamente lunghe, queste in opposizione coi fatti comprovati dalla reale distribuzione dei terreni marini quaternari.

Il sig. D.^r Emilio Repossi ha presentato recentemente alla Società Italiana di Scienze Naturali una sua Monografia geologica sull'area del Monte Generoso, comprendendo altresì i dintorni di Porlezza. Devo alla di lui cortesia il seguente sunto, che riporto porgendogli sentiti ringraziamenti.

La serie dei terreni che affiorano tra il Lago di Lugano ■ quello di Como va dagli scisti cristallini, probabilmente permocarboniferi, alla creta inferiore. Tra questi terreni sono, la dolomia principale, l'infraias ed il lias inferiore i predominanti.

Lasciando da parte gli scisti cristallini e le porfiriti affioranti tra Campione e Maroggia, e restringendoci alle formazioni sicuramente sedimentari, abbiamo adunque i seguenti terreni:

Verrucano (Buntsanstein): tre piccoli affioramenti, uno presso Acquasera, uno in val del Rezzo presso Seghebbia, ed uno presso Campione.

Muschelkalk: A *facies* dolomitica: la parte superiore della massa rappresenterebbe il calcare di Esino (fossili presso Nobiallo). Af-

fiora al Sasso Rancio = ad ovest della val Cavargna a formare la serie più settentrionale delle cime dolomitiche di Valsolda: compare presso Campione e dietro Melano.

Raibiano: A *facies* marnosa (marne nere o vari colori) senza fossili. Presenta un ristretto affioramento tra Nobiallo e Plesio ed uno, pure ristretto, in val Sanagra: ricompare quindi in Valsolda e presso Campione. A Nobiallo = ad Arogno è superiormente accompagnato da giacimenti gessiferi.

Dolomia media: A *facies* dolomitica tipica e di dolomia bituminosa, con fossili in alcuni punti molto abbondanti. La sua zona d'affioramento, molto estesa, comincia alla punta d'Avedo, passa dietro Tremezzo, costituisce il Sasso di Griante, il Monte Grona, il Pidaggia, la costa di Corrido, i Pizzoni di Cressogno e la serie più bassa delle dolomie Valsoldesi. Ricompare poi a Campione.

Infralias: A *facies* marnoso-calcareo, assai potente e ricchissimo di fossili. Comincia ad affiorare presso Colonno, sale sul pendio del Crocione e ridiscende a Bene, immergendosi nel lago presso Porlezza: ricompare a Cima e forma tutto il fondo della Valsolda: ad occidente scompare, stretto fra la dolomia a Conchodon = le dolomie sottostanti.

Dolomia a Conchodon (*Infralias* sup.): A *facies* dolomitica = sfumantesi col *lias* inferiore soprastante. Con fossili in alcuni punti. La sua zona d'affioramento accompagna quella del retico: affiora inoltre sotto Pello in val d'Intelvi e, forse, presso Argegno e presso Arogno.

Lias inferiore: Assai potente e costituito da calcari neri o cinerei ricchissimi di selce in istraterelli e roduli: fossilifero in più punti, come ad es., sulla vetta del Generoso, a Moltrasio e Carate, all'Alpe Loggio in val Ponna, ed all'Alpe Castello in Valsolda. È il terreno che occupa la maggior estensione nella regione, costituendo quasi totalmente il Monte Generoso, il Bisbino, il Galbiga, ecc.: compare anche in Valsolda a formare il versante sud del Monte Boglia e del Monte la Nave.

Superiormente si sfuma col *Charmouthiano*, il quale affiora sicuramente presso Balerna e Mendrisio.

Lias superiore, Giura e Creta inferiore: Con la *facies* comune, fossiliferi specialmente a Cragno e Loverciano. Affiorano insieme nella nota sinclinale di Cragno e lungo una zona che va da Morbio a Mendrisio.

Quaternario: i principali depositi morenici sono i seguenti: morena a Plesio ed a Lovenno-Menaggio; presso Tremezzo; in val San Benedetto; in tutta la val d'Intelvi fino a circa 900^m d'alti-

tudine; morena sopra Cernobbio, a Morbio e Mendrisio e fra Rovio e Melano. Limite superiore degli elementi glaciali a 1300^m circa nella parte nord, a 1000^m in val d'Intelvi, 900^m sul Sasso Gordona e presso Bella Vista, a 500^m nella parte sud della regione.

Bacini lacustro-glaciali in val Sanagra (orizzontali), sotto Scuria e presso Salorino. Conglomerati a Claino ed in val d'Intelvi sopra Dizzasco.

La regione studiata è prevalentemente a pieghe, ma non vi mancano fratture.

La direzione generale delle pieghe è pressochè nord-ovest-sud-est. Gli strati emergono con questa direzione dal piano di Mendrisio, inclinati a sud-ovest: formano anticlinale tra Mendrisio e Cragno, poi una seconda anticlinale molto stretta, poi l'anticlinale molto ampia della vetta del Generoso. In corrispondenza della linea val Mara-Argegno sono interrotti da un salto, oltre il quale inclinano a nord e sono di nuovo interrotti da una frattura sotto Pello, alla quale corrisponde la brusca piega di Colonno. Successivamente si nota una sinclinale in corrispondenza della val Ponna e poi gli strati si rialzano, assumendo un'inclinazione a sud sempre più forte, e vanno ad appoggiarsi agli scisti.

Un secondo sistema di fratture e di pieghe incrocia il primo, con una direzione che s'avvicina molto alla sud-nord.

Una piega in tale direzione si nota in Valsolda: in val del Rezzo, val Cavargna e val Lanagra, si hanno poi tre sistemi di fratture con direzione nord 30° ovest. Nella Miniera della Gaeta esiste pure una faglia, con direzione nord-sud.

PARTE V.

Regione dell'alta Brianza - Zona collinosa tra il Seveso e l'Adda e formazioni diluviali che ne dipendono.

Alla regione montuosa compresa tra i due rami del Lago di Como può convenire il nome di *Alta Brianza* per la ragione che questo nome è di già entrato nella letteratura geologica coi lavori di Becker, Schmidt, Bonarelli, Corti e Paravicini. Questi lavori hanno di poco modificato il rilievo della Carta da me descritta nel 1880; anche a proposito del principale accidente stratigrafico, che in questa regione si è constatato, i lavori dei geologi stranieri pochissimo hanno aggiunto a quanto già da molti anni io aveva osservato in alcune escursioni, coi miei allievi o da solo, di cui diedi conto parzialmente in un lavoro sui dintorni di Erba. Ciò dico non per jattanza ma perchè mi preme di affermare che anche senza questo non chiesto nè desiderato ajuto dei geologi forestieri, il nostro paese siamo capaci di studiarcelo noi, che abbiamo però il torto di tenere i nostri scritti troppo a lungo inediti, quando al contrario gli stranieri sono così solleciti nel pubblicare le più inconcludenti notizie, come se si trattasse di un paese inesplorato. Occorrerà appena che io ricordi come a quest'area appartengano le località dell'Azzarola, presso la Santa di val Madrera, dove lo Stoppani raccolse i materiali della sua classica monografia sul terreno infraliasico lombardo; della Bicicola e dei dintorni di Erba, donde provengono molti dei fossili liasici illustrati dal Meneghini, dal Parona e dal Bonarelli; le cave di Sirone, di cui i fossili cretacei furono recentemente illustrati dal Mariani e dal dott. De Alessandri, senza dire dei lavori precedenti dei fratelli Villa, dell'Omboni e dello Stoppani. Quanto poi ai terreni quater-

nari, da parecchi anni io ne ho rilevato la carta alla Scala di 1: 25.000, che attende di essere pubblicata, con altri molti materiali per una monografia del quaternario padano, raccolti dal Regio Ufficio Geologico. I musei di Como, di Milano e di Pavia, ponno dar fede a questa mia affermazione, che desidero valga a togliere almeno al lettore italiano il dubbio che proprio noi siamo stati colle mani alla cintola, tra l'accorrere di tanti geologi forastieri. Del resto, si confrontino le carte da questi geologi fornite con quella pubblicata nel 1880 e colle monografie posteriori dei geologi italiani e se ne trarrà la convinzione che noi bastavamo al compito, che ci spettava e ci *fu poco cortesemente conteso*, di studiare poi a nostro agio il nostro paese.

Poche parole per descrivere la orografia di questa amenissima regione. Per la parte montuosa, a nord di Erba, una depressione percorsa dal Lambro divide quasi metà il tratto triangolare che essa occupa, assecondando per una porzione del suo decorso l'andamento degli strati giuresi e cretacei compresi nella sinclinale infranta, di cui vedremo tra poco. A ponente di questa depressione, si innalzano i monti Nuvolone (1079), S. Primo (1685), Palanzolo (1435) e Boletto (1234); a levante, con svariata movenza ■ con maggiore frastaglio, in causa principalmente dalla depressione secondaria della Valbrona, si ergono il gruppo dei monti di Onno ed i Corni di Canzo (1372), questi ultimi rappresentanti uno dei più interessanti contorcimenti di strati, che possano essere facilmente rilevati dai giovani che si avviano agli studi geologici nelle nostre Prealpi.

Segue a sud la depressione trasversale, nelle meno tenaci formazioni dell'eocene e della creta superiore, dove stagnano i laghi di Alserio, Pusiano ed Annone; la depressione prosegue poi verso Lecco colla val Madrera, lasciando a levante il gruppo calcareo-dolomitico del Monte Baro (922). Quindi ondeggiano meno elevati i colli cretacei del S. Genesio ed ancora più basse altre cento colline amenissime, quali di rocce in posto, quali di morena, con una varietà incomparabile, attraversate dal tortuoso decorso del Lambro. Una carta in piccola scala non rappresenta nemmeno nei suoi tratti più salienti la movenza di quelle colline ■ d'altra parte la descrizione è inutile per chi non la conosca, al pari che per coloro che ne sono famigliari. La Carta che presento può servire di guida per un primo orientamento e quando il lettore voglia conoscere maggiori dettagli, può rivolgersi alla recente pubblicazione del sig. dott. Giulio De Alessandri sui terreni cretacei ed eocenici di Lombardia. Dall'eseguito rilievo esistente presso il

R. Ufficio Geologico, col consenso del Direttore di questo, mi sono giovato per la Carta. Il lettore che percorra la regione, quando sappia distinguere i rilievi morenici dai colli di roccia in posto, il che non è difficile, ed entrambi questi dagli altipiani ondulati di *ferretto*, il che è ancora più facile, colla guida della Carta potrà agevolmente orizzontarsi ed i molteplici mezzi di comunicazione gli permetteranno in poche gite di comprendere le ragioni della amenità di questo tratto di Lombardia, che a noi stessi lombardi pare sempre una meraviglia ogni qualvolta lo si rivegga.

La formazione più antica è rappresentata dal deposito gessifero di Limonta, contemporaneo a quello di Nobiallo ■ spettante al piano di Raibl. Segue la dolomia principale, di cui i fossili caratteristici (*Gervillia exilis*, *Magaladon Gümbeli*, *Turbo Taramellii*, *Diplopora* etc.) si raccolgono al Monte Nuvolone, presso Civenna, in val del Montone, al Monte Moregallo ed al S. Martino. La dolomia principale forma una zona quasi continua lungo la sponda occidentale del ramo di Lecco e verso ovest scompare sotto alle più recenti formazioni dell'infralias, che sono: gli scisti neri, la zona calcarea corallina dell'Azzarola e la dolomia a *Conchodon*, passante per gradi al calcare selcioso del Lias inferiore. Questo calcare liasico è poi la formazione più sviluppata nella porzione occidentale del S. Primo e del Palanzolo. I fossili sono abbondanti a sud di Bellagio, presso Barni, nei dintorni di Asso, nella Valbrona, ■ specialmente all'Azzarola. Il dott. Benedetto Corti ha illustrata questa regione con molte gite ed ha fornito i più numerosi dettagli quanto ai giacimenti fossiliferi; il dott. Bonarelli ha poi dimostrata l'esistenza del piano di salto trasversale, con scorrimento a sud, che passa sopra Caslino, in direzione di sud-ovest, inclinato a nord; epperò i dettagli dati dal sig. Schmidt poco o nulla agguingono a quanto da noi si conosceva. Quanto poi all'arricciamento dei Corni di Canzo, esso era già stato abbastanza bene esaminato dal prof. A. Tommasi sino dal 1882 ■ recentemente il dott. Paravicini ne ha precisato ancor meglio i rapporti con una serie di salti, che si osservano più a nord ■ che non furono avvertiti dal sig. Schmidt.

Il lias medio è rappresentato dal calcare rosso selcioso della Bicicola di Suello; il lias superiore, o rosso ammonitico, si accompagna in una zona continua con molte località fossilifere, delle quali le più importanti sono presso Erba, all'Alpe Turati, presso il Buco del Piombo, a ponente della Bicicola di Suello ed a nord di val Madrera, lungo l'affioramento indicato sulla Carta. La creta inferiore, colla distintissima majolica, offre una località importante,

pei numerosi suoi fossili alla Cascina Campora, presso Camnago Volta. La creta superiore ed in particolare il senoniano, ha presentato numerosi fossili nei dintorni di Merone, Brenno, Sirone, Oggionno, Nava, val Greghentino. L'eocene, frastagliato in vari lembi, presentasi composto di brecciole nummulitiche contenenti corallari, echinidi, briozoi ■ qualche raro mollusco, a Mortorano, sulle sponde del Lago di Alserio, a Bulciago, Centemero, Imbersago ■ lungo l'Adda presso al ponte di Paderno, appunto nelle località che ho indicato sulla Carta. Il miocene inferiore, colla puddinga della Camerlata e colle arenarie micacee di Briosco, di Romanò e di Inverigo, rappresenta la continuazione della zona del circondario Varesino; questo terreno si presenterebbe in più ampi affioramenti, qualora non fosse quasi dovunque ricoperto dai depositi quaternari. Devesi al sig. Sacco il riferimento al miocene della molassa di Romanò e questo riferimento è tra i migliori risultati del suo studio sulla regione del complesso anfiteatro morenico abduano.

I tratti più salienti di questo apparato di morene frontali sono i seguenti, che il lettore facilmente potrà rilevare e seguire sulla Carta topografica al 25.000, mentre è impossibile il farlo sulla Carta in piccola Scala che presentiamo. Siccome la formazione delle cerchie moreniche avveniva sopra un terreno collinoso, per quanto già spianato alquanto dalle precedenti invasioni glaciali e della formazione delle alluvioni diluviali ferrettizzate, così accadde che queste cerchie risultassero assai meno regolari che per le altre fronti glaciali prealpine. Tuttavia si ponno rilevare abbastanza bene incominciando da ovest, dei gruppi distinti di cerchie arcuate, moreniche, che nell'area tra Como e la valle dell'Olona conviene accuratamente distinguere dall'abbondante sfacelo del conglomerato miocenico, che include enormi massi tondeggianti di rocce alpine, della regione dell'alto novarese, sino del diametro di quattro metri. Queste colline moreniche si svolgono, colla convessità verso sud-ovest, presso Gironico, Camnago e Brezzo, formando un ben delineato anfiteatro di un ramo glaciale più occidentale, che si riversava dalla depressione di Chiasso. Segue, verso mattina, l'ampia cerchia morenica, che tocca il suo limite più meridionale nei pressi di Appiano e poi si ripiega a nord-est per Cantù ed Intimiano verso il laghetto di Montorfano. Altre cerchie più interne si osservano presso Senna, Albate e Camerlata, sempre soprastanti ad una formazione diluviale cementata, che affiora in più località lungo la valle del Seveso. Ancora più a levante, le cerchie moreniche si portano più a sud nei dintorni di Carate, Besana, Castelnovo,

Monticello e Missaglia, appoggiandosi al gruppo di colli cretacei ed eocenici di Barzanò, Sirtori, Perego e Montevecchia. Negli spazi lasciati liberi dalle morene più recenti, e più a valle, si stendono gli avanzi delle conoidi diluviali ferrettizzate; il Lambro ed il Seveso le incidono mostrando il sottoposto conglomerato interglaciale, pur comprendente ciottoli di rocce alpine a riprova di una precedente espansione glaciale. Mentre la più profonda incisione dell'Adda da Paderno a Trezzo attraversa sotto al detto conglomerato diluviale, anche il *Ceppo* villafranchiano, che se non è pliocenico, rappresenta però il più antico periodo quaternario e manca assolutamente di elementi dell'alta valle dell'Adda, essendo invece costituito da elementi portati dalla valle del Brembo. A Paderno vedesi chiarissima la differenza dei due conglomerati, il villafranchiano ed il diluviale, colla complessiva potenza di circa 80^m.

Ancora più a levante abbiamo poi le morene frontali di Merate che oltre all'Adda si continuano con quelle presso Vanzone. Quindi si osserva il gruppo morenico di Carvico, tra le falde meridionali del Canto Basso ed il Colle Giglio, e più a nord la bella morena laterale di Pontida, in val S. Martino, che si collega coi terrazzi morenici di Caprino e del versante settentrionale del Canto Basso.

Le morene insinuate di Lecco, val Madrera, Valbrona; quelle altre a Monte di Torno, Moline e Palanzo; le morene di Zelbio e Velese e quelle di Magreglio sui due versanti del S. Primo; le altre sparse a diversi livelli presso Civenna, Visgnola e Bellagio, sono indicate dalla Carta, al pari di quelle di Esino, Vendrognò, Margno, Introzzo e Tremenico, alle falde del Legnone. Superiormente al limite di queste morene, si osservano fin oltre a 1200^m i massi erratici, tra i quali sono noti quelli dei dintorni di val Madrera, Melina, Magreglio, Celana di Caprino Bergamasco; alcuni di questi massi sono stati figurati dai più antichi scrittori di fenomeni glaciali nelle nostre prealpi. Manca tuttora una descrizione dettagliata di questi massi erratici, la quale potrebbe essere oggetto di uno studio interessante da parte di qualche alpinista. È noto però che i più grossi sono di serizzo ghiandone o di serpentino, i primi superstiti, ormai in piccol numero, dalla distruzione causata dall'abbondante impiego di quella roccia gneissica per costruzioni in tutta la Brianza e nella pianura sino al Ticino. Questo studio sarebbe assai interessante anche per gli archeologi; poichè alcuni di questi massi furono utilizzati per tombe preistoriche, come quelli di S. Giorgio presso Novale, a levante del lago di Mezzola, ed altri portano sculture ed incisioni scutelliformi,

come in più siti della valle Intelvi. Le morene del lato occidentale del Lario sono distinte dalle zone gneissiche ed anfiboliche dei dintorni di Dongo ■ della valle della Mera; mentre le rocce del gruppo del Disgrazia caratterizzano le morene ed i massi erratici dell'alta Brianza, poichè esse corrispondevano alle morene mediane dello scomparso ghiacciajo, come fu già notato da molti anni dall'Omboni e dallo Stoppani.

È notevole il fatto che alle falde della regione montuosa ora descritta non fu osservato alcun lembo di pliocene marino; mentre questo si osserva presso Balerna e Colderio, tra Chiasso e Mendrisio ■ presso Almenno, appena a levante dell'area della nostra Carta. Doveva quindi a questo tratto di colline, ora mezzo sepolte dai depositi quaternari, esistere una penisola nel mare pliocenico, della quale non si può precisare il limite a sud; stantechè nessun pozzo artesiano nella Lombardia ha raggiunto il pliocene marino, tranne un pozzo a Pavia, del quale però non ho potuto raccogliere dati abbastanza precisi. L'enorme sviluppo delle alluvioni diluviali può bensì avere causato l'abrasione di vasti tratti del deposito litoraneo pliocenico; ma sta il fatto che i lembi pliocenici marini a ponente di Como sono numerosi e continui e ripigliano a levante dell'Adda colle due note località di Almenno e di Nese nel Bergamasco e col notissimo lembo pliocenico di Castenedolo nel Bresciano. Epperò la supposizione della suindicata penisola pliocenica non mi pare inverosimile.

Fosse pure esistito un lido pliocenico nei dintorni di Erba, nessuno può dubitare che dal mare pliocenico emergesse tutta l'area occupata del Lario, come la maggior parte dell'area dei maggiori bacini del Verbano e del Garda. Su quella terra emersa, quali fiumi scorrevano, durante il pliocene e nei periodi interglaciali? Eccomi in procinto di lasciarmi trasportare dalla fantasia, come forse al lettore sarà parso che mi sia accaduto a proposito delle supposte correnti plioceniche e diluviali nell'area più a ponente. Tuttavia non vorrò tacere che mi sembra molto verosimile che la depressione del Lambro rappresenti un antico decorso delle acque, che segnarono un primo tracciato del ramo settentrionale del Lario; che quel troncone di valle, che è indubbiamente la Valbrona, corrisponda^a qualche corrente che scendeva dal gruppo della Grigna, ■ che fu intercetta dal ramo lacuale di Lecco; che la val Madrera fosse la continuazione, allo stesso modo dipoi intercettata, di una corrente che scendeva della Valsassina, come lo proverebbe l'abbondanza di ciottoli di verrucano nel conglomerato villafranchiano, che ho osservato nei dintorni di Erba e di Merone.

Ancora più probabile parmi che il Lambro nei dintorni di Castelmarte seguisse la depressione del Lago del Segrino, male segnato sulla Carta; esso merita di essere visitato pel suo carattere romantico ■ perchè, se è vero quanto suppongo, conformerebbe il fatto molto frequente che i bacini lacustri sono sulle vie abbandonate dalle correnti, che ora scorrono a lato di essi, quando non rappresentino da loro stessi un'accidentalità della valle principale, come il Verbano. Le accennate ipotesi sono, a mio avviso, altrettanti problemi di orogenesi non senza interesse per la geologia continentale delle Prealpi lombarde, che saranno trattati da chi possa stabilire un attento esame della altimetria relativa dei terrazzi orografici, mirabilmente scolpiti sul versante dei nostri monti, e di quelle selle che non sono dovute a prevalente erodibilità di determinate formazioni, quale appunto sarebbe la sella di Magreglio, scolpita nella dolomia. È questo studio, che pur troppo fui assolutamente impossibilitato di fare e che mi auguro sia eseguito da qualche geografo o da qualche geologo. Mi limito di segnare questi supposti decorsi pliocenici ■ quaternari, come ho fatto per la regione occidentale, invitando il lettore a riflettere sul modo di spiegare la mancanza del conglomerato miocenico a levante di Como, la quale è forse in rapporto colla supposta penisola pliocenica briantea, che a sua volta sarebbe un avanzo di una penisola miocenica; o meglio, di una terra miocenica, che si estendeva per lo meno fino all'area del Garda, dove torniamo a vedere il miocene inferiore, con depositi litoranei o di mare poco profondo, al Monte Brione presso Riva, a sud del golfo di Salò, presso a Garda ed al Monte Moscati. Pertanto l'andamento arcuato del terreno miocenico nell'area della nostra Carta rappresenterebbe abbastanza bene, dai dintorni di Arona sino alla valle del Lambro, presso Briosco, il perimetro di un golfo, che verso sud si stendeva sino alle falde delle Alpi Liguri e dell'Appennino Pavese; e questo golfo, con perimetro alquanto modificato, si è conservato durante il più recente periodo terziario del pliocene, per essere poi definitivamente prosciugato dal sollevamento avvenuto all'aurora del quaternario.

PARTE VI.

Regione a levante del Lario.

Come si è detto nelle generalità, in questa regione a levante del Lario si accentua il carattere alpino per maggior altitudine delle montagne e per l'estensione che assumono le dolomie, delle quali sono a tutti note la forma ad aguglie, il colorito cinereo e l'abbondanza delle frane, che ne recingono le vette. La Valsassina, o, più precisamente, la valle della Pioverna, limita ad un dipresso a sud-ovest l'affioramento dei terreni più antichi, i quali pur si estendono lungo il crinale della catena orobica e furono recentemente oggetto di studio da parte del compianto conte Gilberto Melzi e del conte Cesare Porro, che nel 1899 pubblicava un importante memoria preventiva; da questa principalmente ricavo alcuni risultati, aggiungendovi alcune mie osservazioni, stabilite in una gita di qualche anno fa nei dintorni di Introbio e di Valtorta.

Le rocce scistoso-cristalline sono: micascisti, talvolta con granato e staurolite, predominanti; filladi lucenti, spesso cloritiche, gneiss minuti; lenti anfiboliche molto scarse e lenti di calcare saccaroide, gneiss occhiatino; gneiss chiaro, massiccio, a muscovite. Eccettuato il gneiss occhiatino, che affiora più a levante, queste rocce fanno passaggio l'una all'altra. Il signor Porro esclude che alcuna di queste rocce possa considerarsi equivalente a rocce clastiche ed afferma che esiste una discordanza tra esse e le rocce soprastanti, in particolare evidente in Valsassina, presso alle miniere di barite di Primaluna. La massa di granito anfibolico a nord di Introbio ha esercitato, secondo il dott. Salomon, un metamorfismo di contatto sugli scisti, che la comprendono.

La roccia clastica più antica, forse da riferirsi al carbonifero come la puddinga di Manno, è appunto un conglomerato con ciot-

toli di quarzo, di micascisto ■ di gneiss, che si sviluppa più che altrove al Pizzo di Trona, a nord del Pizzo dei Tre Signori (2554).

Una zona di porfidi quarziferi compare presso Bindo, in Valsassina, e si estende anche nella Valtorta ed alle falde meridionali del Pizzo dei Tre Signori; forma estese colate e filoni ■ laccoliti nei micascisti, talora con struttura granitica. In alcuni casi queste rocce sono ridotte per laminazione a scisti sericitici. Il sig. Porro consente nel ritenerle coeve ai porfidi luganesi.

Superiormente a questi porfidi, con uno sviluppo assai superiore a quanto si osserva più ■ ponente, si stendono i conglomerati del *röth*, con ciottoli di porfido e di porfirite, oppure di quarzo rubiginoso, a cemento quarzoso-micaceo assai tenace. Si alternano con arenarie rosse o verdi o bigie ed a scisti ardesiaci, neri, verdicci (scisti di Carona ■ Branzi) e talora anche con *Rauchwacken* ed in alto passano ad arenarie con *Tirolites cassianus*, *T. spinosus* ■ *Naticella costata*, come il sig. Porro ha potuto constatare pel primo anche nel gruppo del Pizzo dei Tre Signori, dove queste rocce elastiche del Trias inferiore presentano la potenza di parecchie centinaia di metri, resa ancora maggiore da una serie di salti e di scorrimenti, che l'egregio geologo sta studiando lungo tutta la catena orobica. Tra Biandino ed il Monte della Neve, tra questo monte ed il lago del Sasso, sotto al Pizzo dei Tre Signori verso Valtorta, il sig. Porro, per la regione della nostra Carta, indica località fossilifere, ed altre molte più a levante. Le arenarie sono attraversate da filoni di porfirite, che furono descritti dal Melzi. La serie di tutte queste rocce scistose e elastiche si può comodamente osservare a sud di Bellano, dove si vede il regolare soprapporsi ad esse dei calcari neri del trias medio (*Muschelkalk*) e quindi degli scisti neri dei piani di *Buchenstein* e di *Wengen*. Seguono le *dolomie a scogliera* del piano di Esino.

La classica regione di queste dolomie è il gruppo delle Grigne, a proposito del quale, senza dilungarmi nel seguire la lunga questione stratigrafica, alla quale questo gruppo fu oggetto, mi varrò dell'ultimo lavoro, del sig. Philippi, il quale ha saputo fare quanto io ho indarno sperato che facesse qualche mio allievo, non potendo io accingermi a compierlo per due ragioni pur troppo inesorabili: l'età, resa più grave dall'occorsomi accidente di una gamba rovinata per una caduta in una gita nei dintorni di Lecco, e la vista, che da vari anni va di continuo peggiorando. Quanto ai nostri giovani geologi, la maggior parte si danno a studi paleontologici; ma è pur vero che il dott. Mariani, del Museo civico di Milano, altro de' miei allievi, ha percorso le Grigne nei punti più

difficili ed ha raccolto molti dati in aggiunta ed a conferma dei risultati ottenuti dal Philippi. Nè si deve dimenticare che il lavoro dello Stoppani, di quarant'anni fa, rimane ancora come la base di quanto si venne in seguito ampliando e precisando, anche dal lato paleontologico; a tale lavoro si deve la fama, che ha acquistato nella geologia questo bel gruppo di montagne, attirando i geologi stranieri, ai quali non par vero di potersi occupare dei nostri siti mentre noi si arriva sempre tardi. Per quante attenuanti si possano addurre a nostra discolpa, il fatto è doloroso, nè pare che sia per finire. Infatti, della regione del Lago d'Iseo, della quale io ed il mio egregio amico prof. Salmoiraghi avevamo già in pronto la Carta geologica, che per varie ragioni si indugiava a pubblicare, il prof. Baltzer ha proprio creduto necessario di rilevare ■ pubblicare lui una Carta, che per fortuna non dice l'ultima parola su quella contrada.

Ecco un sunto del lavoro del dott. Philippi, il quale non comprende precisamente il bacino di Esino, ma le due Grigne e la regione circostante tra il Lago e la Sella di Ballabio (723) colla val della Pioverna. Pel bacino di Esino, oltre all'opera classica dello Stoppani, ponno servire, dal lato stratigrafico i lavori del Benecke e la mia Carta della Lombardia, onde mostrare la posizione della dolomia di Esino, rispetto agli scisti di Perledo, con ittiliiti, che stanno sotto, e la serie marnosa del terreno *raibliano*, che forma una sinclinale in corrispondenza appunto al bacino di Esino, in alcuni tratti con marne gessifere. Quindi degli scisti di Perledo, nei quali vennero a più riprese trovati numerosi pesci fossili, determinati dal sig. dott. Bellotti e poi dal prof. Bassani, ■ dei rettili studiati dal Balsamo, dal Curioni e dal Cornalia, si parla soltanto per incidenza, avanzandosi l'ipotesi che il gruppo dei marmi di Varenna ■ degli scisti di Perledo equivalga agli strati del Muschelkalk ed a quelli pure del piano di Buchstein; e davvero sarebbe difficile altra supposizione. ¹⁾

1) Il sig. Ernesto Kittl, di Vienna, che studiò la fauna a *Gastropodi* del calcare d'Esino, ne porta le specie al bel numero di 148 (compresevi quelle delle più discoste località di Lenna e Denzo), ripartite su 46 generi. Di esse, 74 sono comuni ai calcari della Marmolata e 19 agli strati di San Cassiano. La comunanza di metà delle specie coi calcari della Marmolata autorizza l'autore ad ammettere tra i complessi calcarei di quelle due località una vera affinità dal punto di vista faunistico. Ed alla stessa conclusione conduce anche lo studio dei *cefalopodi*. Però il Kittl ritiene la fauna dei calcari d'Esino un po' più giovane di quella della Marmolata pel fatto che nei calcari di questa sono più frequenti che in quelli di Esino forme caratteristiche del Muschelkalk.

Confrontando poi i calcari d'Esino cogli strati di Wengen, il cui paral-

La serie dei terreni, per una eteropia che non persuade del tutto per un'area così ristretta, sarebbe diversa da sito a sito, come compare dalla sottostante tabella:

LIERNA	VAL MERIA	PASTURO
Calcarea di Esino.	Calcarea di Esino.	Calcarea di Esino.
		Strati di Wengen.
		Calcarea di San Calimero.
	Calcarea di <i>Buchenstein</i> e calcarea a <i>Ceratites trinodosus</i> , poco sviluppato.	Calcarea di <i>Buchenstein</i> e calcarea a <i>Ceratites trinodosus</i> , molto sviluppato.
Calcarea e Brachiopodi. <i>Spirigera</i> , <i>Spiriferina</i> , <i>Cenothyris Rhynchonella</i> .		
Muschelkalk inferiore, uniforme pei tre siti.		

lismo fu per la prima volta stabilito da Mojsisovics, il Kittl dichiara di ritenere quelli in parte equivalenti agli strati di Wengen ed in parte anche più giovani.

Quanto al posto, che i calcari d'Esino occuperebbero nella serie stratigrafica, l'autore lo segna tra gli strati di Buchenstein (calcari bernoccoluti) e gli strati di Raibl (calcari lastriformi e marne fossilifere), di quel territorio; così che la parte superiore della formazione d'Esino racchiuderebbe gli equivalenti degli strati di San Cassiano. Con ciò combatte necessariamente l'opinione del Philipp che i calcari d'Esino possano racchiudere anche equivalenti del Muschelkalk, pur ammettendo che la *facies* (non il *livello*) del calcarea d'Esino possa in qualche luogo, come a Lierna, discendere fino a rasentare il Muschelkalk inferiore.

Il complesso dei calcari d'Esino abbraccierebbe quindi, secondo Kittl, gli equivalenti del calcarea della Marmolata, in basso; gli strati di Wengen, nel mezzo; gli strati di San Cassiano, in alto: avrebbe quindi la stessa estensione verticale del *piano ladino*. Ma al presente non si può dire a quale di questi tre livelli vadano assegnate le diverse aree d'affioramento del calcarea d'Esino.

Riguardo alla membratura di questa formazione, il Kittl ricorda i tentativi fatti dallo Stoppani a questo scopo; ma crede che a qualche cosa di concreto non si possa venire fino a che non si abbiano profili dettagliati e più esatti.

Le principali località fossilifere del Calcare di Esino non entrano nell'area esaminata dal Philippi, tenendosi più a nord, ma lo sviluppo di questa formazione tale da abbracciare entrambe le Grigne, contrariamente a quanto prima si riteneva, in seguito allo scorrimento di un frammento a ridosso dell'altro di questo calcare, costituisce il risultato più importante dello studio dell'agregio geologo di Breslavia. Il piano di scorrimento tra il frammento soprastante, che corrisponde alla Grigna settentrionale, ed il frammento sottostante, che costituisce la Grignetta, sarebbe stato costituito dai calcari scistosi del Muschelkalk, ricoprenti le arenarie variegata del trias inferiore, che per effetto di questo accavallamento affiorano verso il Lago sopra Lierna e sulla sinistra della valletta dei Grassi nel versante meridionale della Grigna settentrionale. La direzione di questo piano di scorrimento sarebbe quindi da ovest a est e l'inclinazione assai pronunciata a nord.

Parallelo a questo e più meridionale, un altro piano di frattura corre dalle vicinanze di Mandello alla sella di Ballabio, pur questo portando le arenarie variegata alla base della massa della Grignetta a contatto col calcare di Esino, e più ad oriente colla serie del raibliano e colla dolomia principale. Un terzo piano di accavallamento, meno esteso, dal lato sud-ovest, sopra Abbadia, torna a porre le dette arenarie variegata a contatto col calcare di Esino, che poi sale, verso sud, a costituire il Monte S. Martino di Lecco; ed il contatto corrisponde alla valletta del Monastero, sempre in direzione da ovest a est. In questo caso la massa è troncata da una frattura ortogonale, che va a toccare il piano di scorrimento decorrente a sud della Grignetta. Oltre a questi piani

È interessante l'elenco delle località fossilifere del calcare d'Esino, che l'autore ci fornisce. Egli le riunisce in alcuni gruppi, come segue:

A. — GRUPPO DELLA GRIGNA. — 1.° Versante Nord del Sasso Mattolino sopra Parlasco. — 2.° Versante Sud del Sasso Mattolino presso l'abbandonata miniera di piombo. — 3.° I banchi che sostengono la chiesa d'Esino. — 4.° Pizzo (Boccolo) di Cainallo, ove si raccolgono bivalvi e gasteropodi in copia. Vi soarsalgiano i cefalopodi, ma tra questi si mostra l'*Arpadites Manzoni* e l'*A. Telleri*. — 5.° Val dei Molini (Val Molina), rimarchevole per le grosse *Naticopsidice* (*Omphaloptycha Aldrovandii*) e per la mancanza d'ammoniti. — 6.° Parete destra della Val di Cino, ove sono numerosi i gasteropodi e le bivalvi a copiosissimi i cefalopodi, che furono illustrati dal Dott. E. V. Mojsisovics. — 7.° Costa (Bocchetta) di Prada nei luoghi seguenti: sulla strada di Monte Codine - alla Costa o Bocchetta di Prada - Prada - Monte Crocé. — 8.° Valle di Prada, nei posti detti: Fonte di Prada - Alpe di Prada - Valle di Prada. — 9.° Grotto o Grottone. — 10.° Conca di Lierna o Caravina di Pellagia, località ricca di cefalopodi, tra cui la *Sturia Sanseverinii* ed il *Gymnites Ecki*. — 11.° Canova sotto Monte Croce, ove è caratteristica e molto abbondante la *Protermicularia circumcarinata* e la *Waldheimia Stoppanii*: sono scarsi i gasteropodi e le bivalvi. — 12.° Caravina in Val Ontragno (Caravina di

principali di scorrimento vi è una più minuta fratturazione dei singoli frammenti, in particolare presso Pasturo e nella valletta dell'Acqua Fredda, all'origine della Pioverna; e se queste indicazioni del sig. Philippi corrispondono ai fatti, egli fu molto abile nel districare questi piani appunto dove si trovano più abbondanti i detriti di falda ed i depositi morenici, sembrando che la natura voglia rendere più difficile la conquista del vero appunto nascondendo le più interessanti accidentalità stratigrafiche sotto il mantello delle formazioni recenti. Dal che deve desumersi la necessità di non trascurare lo studio di queste, di cui la rappresentazione nei rilievi geologici è indizio della sincerità dell'osservatore. Non so quanto sia stata opportuna la introduzione del piano di un *calcare di Calimero* per un'accidentalità di natura più calcare degli strati di Buchenstein, che si ripete poi alquanto più estesa al contatto di questi col piano di Wengen o degli scisti ad *Halobia*; ma trattandosi di un lavoro dettagliato e locale, il distinguere molto non fa danno e toccherà poi ai rilevatori della Carta geologica governativa di coordinare ■ vagliare queste distinzioni, utilizzando i lavori dei geologi italiani ■ stranieri. E dire che se non fosse stato ridotto a meno della metà il bilancio per la Carta geologica, affidato sino dal 1868 dal Governo ad una sezione del Corpo degli Ingegneri delle miniere, la geologia delle Prealpi sarebbe già stata, non dirò finita, ma armonizzata e ridotta ad una Carta attendibile da qualche decennio, così da tenerne lontani i laureandi ed i professori stranieri meglio di quanto la possano fare gli studi disordinati ed incompleti di studiosi privati!

La messe di fossili raccolti dal Philippi non è molto abbon-

Foipiano, Val del Monte, Val Pellagia), ove prevalgono i gasteropodi. — 13.° Presso Lierna. — 14.° Nell'alta Val del Gerone ad Est della Grigna di Campione.

B. — GRUPPO DELLA PENDOLINA. — 15.° San Martino. — 16.° Carabuso di Lecco.

C. — ALTRE LOCALITÀ LOMBARDE. — 1.° Monte San Salvatore presso Lugano. — 2.° In Val Brembana a Lenna e dintorni (Pizzo di Mezzo, Valletta dei Lacci, Cornamena) - Monte Pegherolo - Monte Arera. — 3.° In Val Seriana ad Ardesio - tra Monte Lespono e Monte Secco - tra Col di Zambla ed Oneta. — 4.° In Val di Scalve a Dezzo.

Oltre a queste località di Lombardia il Kittl ne ricorda altre del Veneto e d'oltr'Alpe ove affiorano calcari triasici probabilmente contemporanei a quelli d'Esino. Vanno menzionati: 1.° Il calcare del Monte Spitz presso Recoaro. — 2.° Il Sasso della Margherita presso Agordo. — 3.° La dolomia di Ramsau ad Antenbichl presso Reichenhall. — 4.° Il complesso calcareo e calcareo-metallifero compreso tra il Muschelkalk ed il Raibl nelle Caravanche e nelle Steiner Alpen. I principali punti di rinvenimento sono: Unterpetzen-Fladungsbau, Obir - Thomas Mass - Ober-Seeland. — 5.° Il Wettersteinkalk delle Alpi settentrionali nelle località di Wildanger presso Hall i. T. - Seespitze presso Achensee - Tratzberg presso Jenbach. (Nota favoriti dal prof. A. Tonnese).

dante; poichè, in realtà, sono assai scarsi. Mentre pel calcare di Esino, nelle località oramai famose lungo i rilievi dal S. Defendente alle falde settentrionali del Moncodeno, le specie si contano a centinaia e non sarà sgradito al lettore se do qui un sunto del recente lavoro sui gasteropodi spettanti a questa fauna fossile di Esino del paleontologo austriaco dott. Kittl. Egli ne porta le specie a 148, comprese però quelle delle altre località lombarde; di cui, 74 sono comuni ai calcari della Marmolata, nel Bellunese, e 19 agli strati di S. Cassiano, in Tirolo. Anche la fauna dei cefalopodi confermerebbe questi rapporti. Però il Kittl ritiene la fauna dei calcari di Esino un po' più giovane di quella della Marmolata, pel fatto che nei calcari di questa sono più frequenti che in quelli di Esino forme caratteristiche del Muschelkalk. L'autore conferma il riferimento da me proposto molti anni fa dal piano di Esino ad una posizione intermedia tra il piano di Buchenstein e quello di Bribl, così che la parte superiore della massa fossilifera di Esino racchiuderebbe gli equivalenti del S. Cassiano. Invero, siamo ancora ai primi parallelismi che erano apparsi prima che la meno esatta interpretazione del Curioni e dello Stoppani delle condizioni stratigrafiche di quella località avesse fatto ritenere a questi geologi che i calcari di Esino rappresentassero la base della dolomia principale. Secondo Kittl, il calcare di Esino rappresenterebbe il *piano ladinico*, equivalendo in basso al calcare della Marmolata, nel mezzo agli strati di Wengen, in alto al S. Cassiano. In sostanza, a parte questi lontani riferimenti, il calcare di Esino soprastante ai calcari neri ed agli scisti di Varenna, non sarebbe l'esatto rappresentante del calcare del S. Salvatore e d'Arona ed Angera, ma sarebbe alquanto più giovane. Gli scisti di Perledo quindi non sono equivalenti a quelli di Besano, sebbene qualche forma di pesci sia comune, ma ne sono alquanto più antichi. Ulteriori interessanti particolari distinguono i caratteri dei vari giacimenti fossiliferi, che sono sui due versanti del Sasso Mattolino, i dintorni della chiesa di Esino, il Pizzo Cainallo, la val dei Molini, la parete destra di val di Cino, la Bocchetta di Prada e la valletta omonima, Grotto e Grottone, Conca di Lierna, o Caravina di Costa Pellagia, Canova sotto Monte Croce, Canalino di Foissiano, val del Monte e val Pellagia, finalmente i dintorni di Lierna.

È di imminente pubblicazione una memoria sui cefalopodi di Esino, del dott. Carlo Airaghi, il quale in una abbondante raccolta esistente nel Museo geologico di Torino ebbe la fortuna di trovare parecchie specie non illustrate nella classica opera sui cefalopodi triasici del sig. De Mojsisovics. Altre specie sono state de-

scritte dal dott. Mariani. Epperò rimarrà ancora da fare per chi vorrà compendiare la storia paleontologica di questa importante località, di cui i fossili sono più o meno numerosi in tutti i musei geologici d'Europa. Dal punto di vista tectonico, questo gruppo isolato di monti possiede la sua peculiare struttura ■ per ora le fratture che lo attraversano non sono state, per quanto io sappia, seguite più a levante. La varia compattezza delle rocce ha influenza nella plastica orografica, in quanto che le depressioni e le selle corrispondono spesso alle formazioni più ereditabili. Quanto poi alla idrografia antica, debbo ricordare come tra Ballabio ■ Laorca, ed alle falde del S. Martino, si stendano vasti lembi di conglomerato diluviale, che per inavvertenza non furono segnati sulla Carta geologica, i quali si collegano con altri nei dintorni di Galbiate ■ sono caratterizzati dalla presenza delle rocce della Valsassina, a conferma della esposta inversione avvenuta sul decorso della Piovèrna nella seconda fase del quaternario. È molto probabile che la incisione della gola di Bellano sia posglaciale, parendo poco probabile che avvenisse una così attiva erosione torrenziale durante la invasione ultima del ghiacciajo abduano, che ha contornato tutto il gruppo delle Grigne ed ha depositato le numerose morene interrate della Valsassina, dei dintorni di Lierna ■ dell'Abbadia e specialmente nel bacino di Esino.

Il sig. Philippi, certamente innamorato delle nostre belle montagne, non attese molti anni a ritornare nei dintorni di Lecco, per studiarvi il gruppo del Resegone, sul cui io aveva indarno attirata l'attenzione di un mio allievo, col quale anzi *si era benissimo avver- tita la frattura con scorrimento che venne poi delineata dal geologo tedesco*. Ciò dico, non per toglier a questo studioso il merito che gli spetta pel suo diligente lavoro, ma per tentare di persuadere i geologi miei connazionali che la geologia si fa colle gambe, ora che quasi tutti si dedicano alla paleontologia, la quale andrebbe coltivata nei mesi invernali e possibilmente da quelli stessi che sanno osservare e raccogliere in campagna. L'allievo sopra ricordato era il compianto D. Riva, che poi si è dedicato esclusivamente a studi di mineralogia e di litologia, con grande onore. Appunto mentre correggo le bozze, sono dolente quasi come un padre che abbia perduto un figlio di buona riuscita, per la disgrazia che ha spento questo ottimo giovane, non ancora trentenne, quando tentava la salita della Grigna settentrionale pel canale di Releggio, il 3 giugno del corrente anno. Raccomando io pure la memoria di lui a quanti amano il lavoro intellettuale e le più elevate idealità; perchè quel bravo giovane congiungeva le più elette doti di

un animo virtuoso al più disinteressato amore alla scienza. Colto, benefico, cortese, instancabile, si era guadagnato anche fuori d'Italia la stima e la simpatia di quanti lo conobbero. Come lo Spreafico ed il Melzi, del pari rapiti ancora giovani alla scienza, il Carlo Riva venne a mancare quando più vivo era il bisogno di essere in molti a studiare il nostro paese. Io avrei voluto innamorarlo agli studi stratigrafici; ma l'alpinismo gli aveva posto nel sangue la malaugurata passione di arrampicarsi inutilmente su pei dirupi. Uno studio tranquillo e paziente dei rapporti tectonici difficilmente espone a cadute fatali; ed anche per ciò rimpiango che il mio caro amico non abbia accettato, appena finita la carriera degli studi, di sviluppare l'idea che ci avevamo fatta della tectonica del Resegone qualche anno prima che ci capitasse il D. Philippi. Quel primo risultato lo avrebbe forse guadagnato alla geologia stratigrafica e lo avrebbe distolto dalle gite puramente sportive, che egli aggiungeva alle escursioni scientifiche.

Dal punto di vista tectonico, il lavoro sul Resegone del signor Philippi è lodevolissimo e tale da porsi alla pari dei rilievi dei nostri geologi sulle Alpi Apuane e nelle Alpi Occidentali. Il motivo stratigrafico dimostrato dal rilievo consiste in un accavallamento di una zolla composta dalla dolomia principale, con alla base una tenue potenza di raibliano, sopra una volta della stessa dolomia, coperta ai lati dagli scisti dell'infralias e dal calcare a *Conchodon*, che abbiamo veduto al Monte Galbiga e sul gruppo dei Corni di Canzo. Sotto la pressione della massa che si accavallava, a cui corrisponde il Resegone, la formazione marnoso-tufacea del raibliano veniva laminata ed assottigliata; mentre più in basso, verso sud-ovest, nei dintorni di Aequate, questo terreno si presenta assai più sviluppato e ricco di fossili, che furono oggetto di una bellissima monografia del prof. C. F. Parona. Questa dislocazione verso ponente si manifesta come uno scorrimento diagonale, per cui presso Monterone vengono a contatto una strettissima zona di raibliano col detto calcare a *Conchodon*, coperto da ampio mantello di calcari del lias inferiore e medio. Questi stessi calcari nella gamba meridionale della anticlinale, che rimane sotto nell'indicato accavallamento e che è fortemente caricata a sud-ovest, ricompaiono contorti ed arrovesciati; come da tanti anni aveva indicato lo Stoppani, al quale quei siti erano così famigliari. A questo proposito e circa ai terreni quaternari, il sig. Philippi non ci ha insegnato proprio nulla che noi non conoscessimo, e potrei mostrare delle tavolette di campagna, da me rilevate almeno dieci anni or sono, in cui la regione è analizzata con non minore dettaglio. Fermo l'at-

tenzione del lettore sul bel cordone morenico di Carenno, ■ monte del quale si stende un bel tratto di deposito lacustro-glaciale ■ sulla esistenza, sotto alle morene, di un conglomerato interglaciale che è sfuggito al sig. Philippi, nei dintorni di Rossino. La morena di Carenno è alla quota di 635^m; un altro gradino morenico più basso porta Majoli a 450, ■ più basso ancora Lorentino è a 378. Dove la morena è abrasa l'incisione posglaciale ha denudate ed intaccate profondamente le marne variegate della creta media e le arenarie della creta superiore; ■ ciò si osserva più a sud-est, nei dintorni di Caprino, dove la morena laterale si abbassa per divenire frontale a Pontida; in corrispondenza a quel ramo del ghiacciajo dell'Adda, che si insinuava nella valle S. Martino, tra il Monte Albenza ed il Canto Basso. Questo rapido abbassarsi del limite superiore della morena è un fatto molto generale allo sbocco delle nostre vallate; esso è un argomento per ritenere che dopo l'ultima invasione glaciale non intervennero dei notevoli spostamenti nell'altimetria delle masse, nel senso di concorrere alla formazione delle conche lacustri; il livello delle morene laterali è quale dovette essere il livello della superficie superiore dei corrispondenti ghiacciai.

Sono anche interessanti le considerazioni del sig. Philippi sui rapporti tra i gruppi della Grigna e del Resegone colla regione tra i due rami del Lario; ■ le ricordo in quanto ponno interessare l'orogenia di questo tratto delle Prealpi. All'intento di persuadere i suoi connazionali, ai quali preme moltissimo la stratigrafia del nostro paese, egli confronta la struttura stratigrafica delle due regioni a levante ed a ponente del Lago di Lecco, che egli dice una valle trasversale, sebbene esso non sia perpendicolare alla direzione delle formazioni. Nella penisola briantea manca il calcare di Esino, così sviluppato a levante del Lago, come i più bassi piani triasici ed il raibliano è appena accennato dalle marne gessifere di Limonta; quindi tra le due sponde deve essere intervenuta una dislocazione. Nel discorrere della tectonica dell'Alta Brianza, il sig. Philippi si guarda bene dal rammentare gli studi italiani precedenti; tutto si deve ai lavori di Backer ■ Schmidt, i quali in realtà tanto poco hanno aggiunto a quello che risultava dalla Carta dello Stoppani e suoi collaboratori, da quella del Corti ■ dalle notizie del Bonarelli e del Tommasi. Parmi tuttavia che egli sia nel vero quando sostiene che le fratture da lui rilevate nel gruppo della Grigna non attraversino il Lago di Lecco e che nell'Alta Brianza le pressioni laterali hanno prodotto piuttosto ripiegamenti che scorrimenti; ma non comprendesi poi come quelle dislocazioni notate a levante del Lago possano combinarsi con una

supposta dislocazione orizzontale in corrispondenza del Lago stesso. E anche molto gratuita l'ipotesi di un ostacolo sepolto dalla pianura lombarda contro al quale venivano ad urtare la massa nel loro movimento da nord a sud. In sostanza, il Lago segue così regolarmente la posizione che avrebbe il molto erodibile terreno raibliano, che si è tentati a supporre molto più semplicemente che in gran parte l'erosione di questa profonda depressione sia stata determinata dalla prevalente erodibilità di questo terreno.

L'autore ammette che le più alte masse della Grigna fossero emerse nel terziario antico; perchè altrimenti non si potrebbe spiegare l'abrasione dalle loro cime di tutta la potenza dei sedimenti superiori al calcare di Esino; ma a questa stregua mi pare alquanto azzardato il ricostituire l'orografia preterziaria. La lunghezza dei periodi miocenico e pliocenico parmi più che sufficiente a spiegare l'abrasione di grosse potenze di sedimenti, in questa come nelle altre regioni prealpine; e poichè in questa regione mancano gli affioramenti marini miocenici, che si osservano nella Brianza, dobbiamo ammettere che la spiaggia miocenica in corrispondenza alla posizione orientale della regione dei Tre Laghi ripiegasse alquanto verso sud, quando non si voglia ammettere che si formassero sotto al mare quelle pieghe, che, compresse, rotte e convertite in pieghe-faglie, determinarono quegli scorrimenti e quegli accavallamenti, di cui anche la penisola dell'Alta Brianza presenta un caso non trascurabile nelle vicinanze di Caslino e di Asso. Che una abrasione parziale della coltre sedimentare, in questa porzione dell'area esaminata, abbia preceduto il corrugamento, può anche ammettersi in via trascendentale; ma lo spaziare in simili ipotesi non parmi il metodo migliore per intendere le reali condizioni in cui avvenne questo corrugamento, il quale ci porge anche soltanto nelle nostre Prealpi tanti esempi di laminazione e di riduzione, per la sola pressione, dei terreni meno compatti e più fittamente stratificati. Basti considerare il saltuario sviluppo del raibliano e del retico, per persuaderci che se noi attribuiamo alle erosioni premioceniche la localizzazione e la modalità delle curve, che si andarono pronunciando e deformando durante il miocene, arrischiamo di confondere la causa coll'effetto. Del resto le questioni generali, trattate per una regione limitata, sono per se stesse fuori di posto ed io le rimando molto volentieri a quando le nostre Prealpi, Dio voglia a merito di lavori italiani, saranno conosciute almeno come lo sono le Alpi Apuane e Piemontesi.

Pertanto, noi siamo perfettamente all'oscuro, per questa porzione più orientale della regione dei Tre Laghi, sulla posizione

delle correnti che la solcarono durante il pliocene, pur essendo persuasi che a quel tempo il mare non si poteva estendere entro le masse prealpine, se le sue spiagge erano presso a poco ad una altitudine di soli 400^m sul livello attuale mentre i terrazzi orografici lungo le valli attuali si tengono ad altitudini assai maggiori. Vediamo in barlume i solchi della Vallassina, della Valsassina, della Valbrona, della val Madrera; ma questi, almeno per quel tanto che si sprofondano al disotto dei terrazzi orografici che li accompagnano sono, con tutta probabilità, l'effetto della erosione dei torrenti nei periodi interglaciali. Le alluvioni del diluvium antico, in corrispondenza alla conoide del fiume Adda, sono bensì sviluppate e decomposte in *ferretto* al pari di quelle delle Groane ma l'altitudine delle rispettive conoidi è sensibilmente minore che per le conoidi varesine ■ della Brianza. Epperò se anche in questa porzione orientale avvennero dei movimenti di terreno, che hanno contribuito alla formazione del ramo orientale del Lario, queste dislocazioni devono essere state meno ragguardevoli che per regione meridionale del ramo occidentale dello stesso Lario e del Verbano. Il conglomerato *villafranchiano* di Paderno ■ Trezzo, da distinguersi dal soprastante conglomerato diluviale antico ad elementi alpini, è inciso dall'Adda per una quarantina di metri ■ riposa sopra una potente formazione marnosa, analoga anche per le diatomee che essa comprende alle marne di Pianico, ed è composta di elementi prealpini, con probabilità della valle del Brembo. Quindi la ricostruzione teorica della idrografia dei periodi interglaciali è tuttora molto confusa. Abbiamo bensì dei mozziconi di valle, da paragonarsi a quelli riscontrati a levante del Verbano, ma le induzioni sono meno probabili e quindi dobbiamo attendere ulteriori studi ■ più esatti confronti della composizione e delle pendenze delle varie alluvioni preglaciali ed interglaciali; perciò alle linee che ho segnato sullo schizzo della idrografia antica il lettore deve attribuire soltanto il valore di un'ipotesi.

PARTE VII.

Principali fratture e curve nell'area esaminata.

Epigenesi delle valli. — Conclusioni.

Vediamo prima delle fratture, le quali spostano ed interrompono le curve facilmente rilevabili dalla Carta geologica per chi consideri i limiti degli affioramenti; la unita tavola I^a ajuterà il lettore che mi accompagni da ponente a levante.

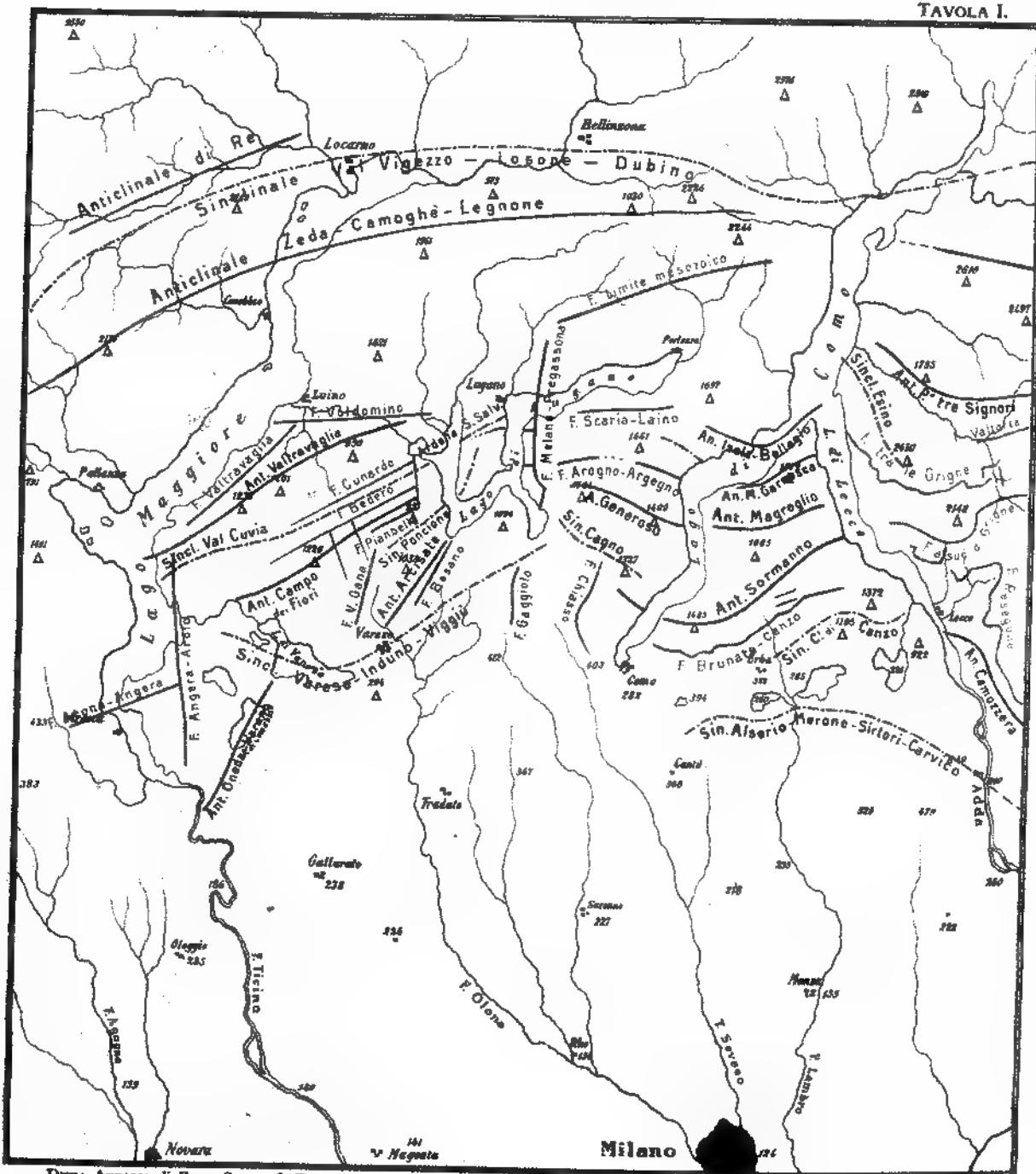
Incontriamo la frattura che separa il calcare di Arona e di Angera dalla formazione porfirica; frattura evidentissima nella seconda località ■ che deve ammettersi anche per la prima in causa della mancanza solo in questo tratto del conglomerato e delle arenarie variegate del trias inferiore. Assai probabilmente questa frattura si arresta all'incontro dell'altra frattura, che porta ad affiorare a così breve distanza i terreni della creta e del giura ed il porfido di Arolo.

Nei monti della Val Travaglia mi parve di rilevare una frattura diretta approssimativamente a nord-est, a sera del monte Colonna, la quale isola i lembi triasici di Germignaga e di Caldè. Una attigua frattura, a questa convergente, si dirige ad est ed isola a sud i lembi dolomitici di Bèdero ■ di Voldomino.

Secondo Harada, due fratture scorrono a nord del Pianbello, ancora con direzione nord-est, e ne va aggiunta almeno una terza nello stesso senso, che isola la massa dolomitica del monte Nave, sopra Cunardo. Queste tre fratture si arrestano bruscamente all'incontro di una frattura in senso quasi normale, rasente al lembo giurese di Ardena; ed altre due fratture si osservano nei pressi di Brinzio e di Ghirla, in senso nord-ovest-nord. Una frattura con scorrimento, però assai più leggero di quanto ha indicato il geologo giapponese, si arresta in corrispondenza della Val Ganna, ed

SCHEMA TECTONICO DELLA REGIONE DEI TRE LAGHI

TAVOLA I.



Ditta ARTARIA di FERR. SACCHI & FIGLI - MILANO

STAR, A. BERTARELLI & C. - MILANO.

Anticlinali

Sinclairi

Fratture e Piani di Scorrimento.

PARTE VII.

Principali fratture e curve nell'area esaminata.

Epigenesi delle valli. — Conclusioni.

Vediamo prima delle fratture, le quali spostano ed interrompono le curve facilmente rilevabili dalla Carta geologica per chi consideri i limiti degli affioramenti; la unita tavola I^a ajuterà il lettore che mi accompagni da ponente a levante.

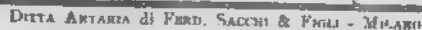
Incontriamo la frattura che separa il calcare di Arona ■ di Angera dalla formazione porfirica; frattura evidentissima nella seconda località ■ che deve ammettersi anche per la prima in causa della mancanza solo in questo tratto del conglomerato e delle arenarie variegate del trias inferiore. Assai probabilmente questa frattura si arresta all'incontro dell'altra frattura, che porta ad affiorare a così breve distanza i terreni della creta e del giura ed il porfido di Arolo.

Nei monti della Val Travaglia mi parve di rilevare una frattura diretta approssimativamente a nord-est, a sera del monte Colonna, la quale isola i lembi triasici di Germignaga e di Caldè. Una attigua frattura, ■ questa convergente, si dirige ad est ed isola a sud i lembi dolomitici di Bèdero ■ di Voldomino.

Secondo Harada, due fratture scorrono a nord del Pianbello, ancora con direzione nord-est, e ne va aggiunta almeno una terza nello stesso senso, che isola la massa dolomitica del monte Nave, sopra Cunardo. Queste tre fratture si arrestano bruscamente all'incontro di una frattura in senso quasi normale, rasente al lembo giurese di Ardena; ed altre due fratture si osservano nei pressi di Brinzio e di Ghirla, in senso nord-ovest-nord. Una frattura con scorrimento, però assai più leggero di quanto ha indicato il geologo giapponese, si arresta in corrispondenza della Val Ganna, ed

[illegible]

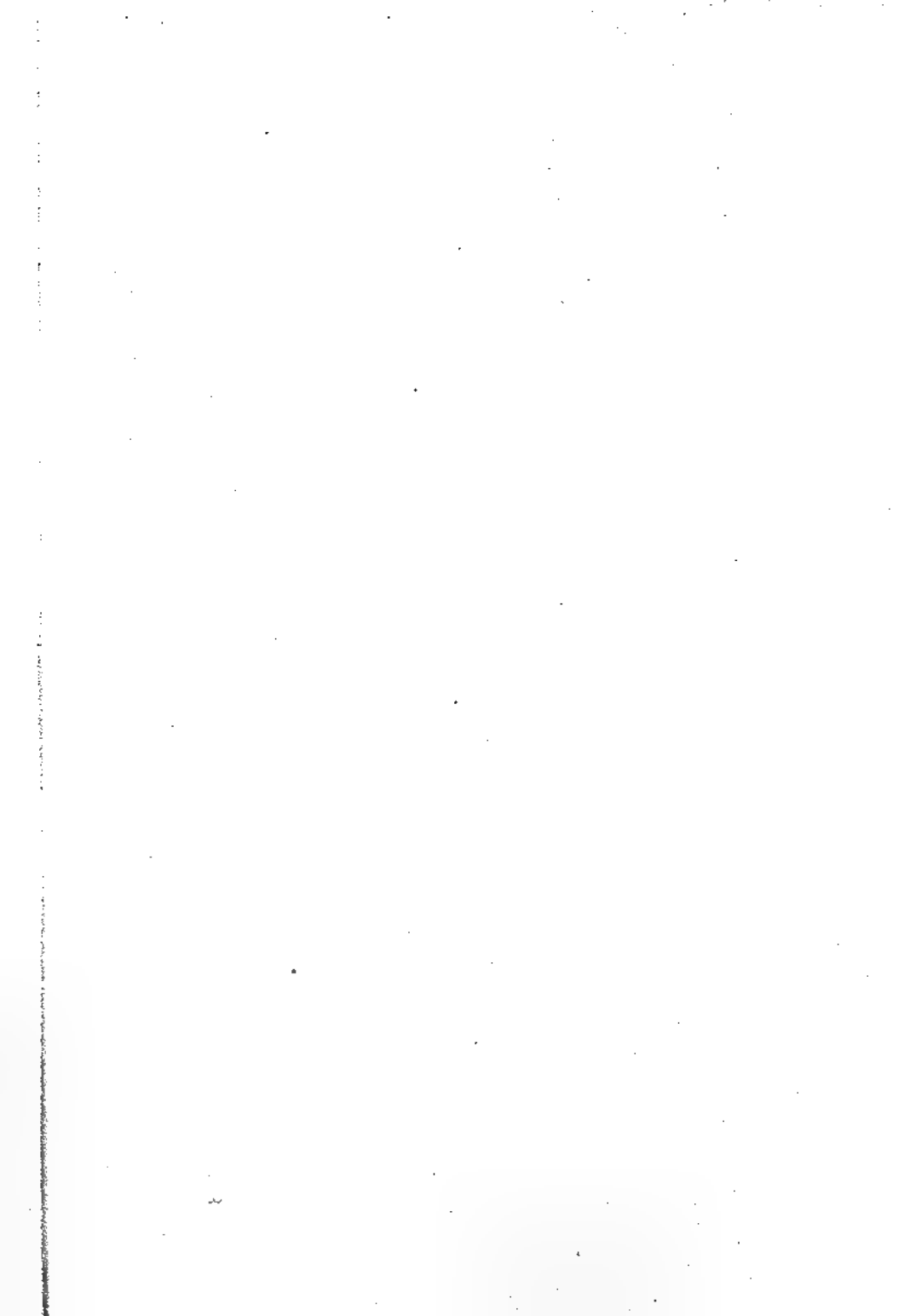
TAVOLA I.



STAR, A. BERTARELLI & C. - MILANO.

Sinclinals

Fratture e Piani di Scorrimento.



altra analoga porta a contatto le due varietà di porfidi, il bruno ed il rosso, nei pressi di Besano, con sensibile divergenza nel senso della inclinazione nelle soprastanti formazioni mesozoiche. Nelle cave di Arcisate ■ di Brenno, in particolare attraverso al calcare dolomitico del lias inferiore, si avvertono dei liscioni orizzontali o quasi, i quali accennano a scorrimenti di massa. Numerose fratture secondarie hanno certamente predisposto quell'enorme scoscendimento di Arcisate, che lasciò lo spigolo e la piramide acuta soprastanti al paese, così in contrasto coll'arrotondamento per erosione glaciale dei dossi circostanti, in particolare del monte Lusèria, presso la stazione di Viggiù.

Altre fratture esistono di certo nella massa mesozoica del S. Giorgio e dell'Orsa, in particolare quella accennata dal Negri e Spreafico al passo della Barra; ma non ho potuto seguirne il decorso ■ formeranno oggetto di ulteriori ricerche. Certa però è la frattura del Gaggiolo, la quale porta la dolomia retica a contatto discordante colla serie giurese-cretacea ed assai probabilmente questa frattura si continua a nord, sotto al mantello morenico, nei monti di Tremona e di Besazio. Anche nei dintorni di Chiasso, parmi assai probabile che l'arrestarsi del lias superiore, passante sotto alla città di Como, contro la massa del lias inferiore, che poi si estende a sud a formare il monte Olimpino, dipenda da una frattura, la quale poi prosegue a nord a troncarsi verso est la sinclinale di Cagno.

Tutta poi la massa del monte Generoso, come ebbe a constatare il D.^r Emilio Repossi, è infranta da numerose fratture, delle quali ho indicato soltanto le due più estese da levante a ponente: quella, cioè, da Arogno ad Argegno e quella decorrente da Scaria a Laino. Evvi inoltre la frattura evidentissima, che corre da nord a sud, da Pregassona a Melano, chiaramente rivelata anche dalla Carta geologica, con due fratture secondarie normali, delle quali la settentrionale tronca il lembo di Campione ■ molto probabilmente ad ovest del Ceresio, porta la dolomia del S. Salvatore a contatto col porfido bruno, senza l'affioramento quivi dell'arenaria variegata così evidente tra la dolomia ■ lo scisto micaceo sul versante di nord-est dello stesso monte. Parecchie fratture, che non ho segnato nello schizzo, si avvertono nella massa del monte Galbiga in senso nord-sud, ed ancora nella zona mesozoica a nord del ramo lacuale di Porlezza il vario estendersi e lo scomparire talora dei piani scistosi del raibliano e del retico, non che il contatto discordante quasi ovunque, verso nord, della dolomia inferiore collo scisto micaceo, come avviene per l'accennata frattura di Voldomino,

dipendono sicuramente da fratture più o meno estese, la più parte nel verso della direzione. Sono regioni ancora suscettibili di più minuto esame stratigrafico; ma quanto si è visto posteriormente alla pubblicazione della Carta del 1875, basta a porre fuori di dubbio questo stato di minuta fratturazione, che fa contrasto colla quasi assoluta mancanza, almeno stando ai rilievi dei signori Schmidt ■ Backer, di fratture nella così detta Alta Brianza, a nord della notissima frattura Brunate-Caslino-Canzo, la quale fu avvertita la prima volta da me in una gita nel 1889. Tale contrasto è ancora più strano, perchè a levante del ramo lacuale di Lecco il Philippi ha dimostrato l'esistenza ed ha seguito il decorso delle già indicate fratture, che io ho riportato nello schizzo tectonico, accennando altresì alla frattura della Valtorta, constatata precedentemente agli studii del geologo tedesco. Io credo che qui si tratti di una differenza piuttosto subgettiva che obiettiva, la quale non deve sorprendere quando si pensi che in realtà, senza offesa ai tanti studiosi che hanno messo insieme le cognizioni geologiche sulle nostre Prealpi, si può affermare che manca tuttora la vera Carta geologica di questa regione, ed è quindi tutt'altro che inopportuno il rilievo che se ne attende da parte del R. Ufficio geologico, che ha saputo districare e rappresentare nel miglior modo la complicatissima tectonica delle Alpi Apuane. Anzi, se questo lavoro fosse stato fatto qualche anno prima, non avremmo avuto la mortificazione di vedere studiata la regione delle Grigne ■ del Resegone da uno straniero. Io non mancai di percorrere quei siti e di additarne lo studio ai miei allievi; ma non è certamente con questo sistema di studii staccati e quasi occasionali, quali si ponno fare nelle brevi, per quanto troppo frequenti, vacanze scolastiche, che si può rilevare convenientemente una vera Carta geologica in grande scala. Il lettore tuttavia può ritenere che almeno le fratture che ho menzionato esistono di fatto, e che ve ne saranno moltissime altre, le quali tutte insieme rendono quasi fracassata la massa dei terreni sedimentarii; e che poi ve ne saranno chissà quante ancora nella massa dei terreni scistoso-cristallini, attraverso ai quali torna estremamente difficile il constatare l'andamento delle faglie, stante il loro avvicinarsi, anche a breve distanza, con infinita varietà di struttura ■ di costituzione mineralogica. Epperò l'avere io ommesso di segnare nello schizzo delle fratture nell'area di affioramento dei terreni anteriori al permiano, è soltanto l'effetto di mancanza di cognizioni in proposito. Tutte queste fratture sono posteriori al corrugamento, o, per meglio dire, esse si moltiplicarono ■ si estesero mano mano che questo si faceva più pronunciato; altre con-

tinuavano a comparire, chissà da quali scotimenti accompagnate, durante il pliocene ed il quaternario, sino all'ultima espansione glaciale. Nulla ci autorizza ad ammettere che sieno intervenuti sensibili spostamenti di massa dopo l'ultima ritirata dei ghiacciai.

Quanto al corrugamento, ancora colla scorta dello schizzo, distinguiamo le principalissime anticlinali ■ sinclinali; queste più evidenti e più importanti dal punto di vista orogenetico, in quanto esse causano la permanenza di terreni facilmente erodibili tra le anticlinali dove affiorano rocce più profonde e più compatte. Le evidentissime sinclinali della Val Cuvia e del lago di Varese, quella di Alserio-Merone-Carvico e l'altra, con asse fortemente rialzato ad est, dei Corni di Canzo, costituiscono i tratti caratteristici della movenza stratigrafica nella regione dei tre Laghi. Non meno distinta, benchè di più breve decorso, è la sinclinale di Cagno, così bene avvertita ■ rilevata dallo Spreafico; e del pari marcatissima è quella di Esino, la quale fu così a lungo contrastata, ma pur rimane il perno della interpretazione stratigrafica delle Grigne.

È notevole il fatto che queste curve abbiano un andamento orizzontale tortuoso, e che in corrispondenza al più brusco mutamento di loro direzione, presso Mendrisio, si avverta appunto l'importante frattura Pregassona-Melano. Pare quindi che queste curve anticlinali e sinclinali siano state pigiate nel senso del loro decorso da pressioni laterali; d'onde la fratturazione nel senso normale alla direzione. Avveniva poi nello stesso tempo una fratturazione secondo piani inclinati a nord ■ diretti secondo l'andamento delle curve, e questi piani servivano di scorrimento ■ di accavallamento, in particolare nella regione a levante del Lago di Lecco. Un fatto analogo si avverte quasi in tutte le Prealpi bergamasche, come ha dimostrato recentemente il signor Conte Cesare Porro. Tra le anticlinali che maggiormente si scostano dall'andamento prealpino, citerò quella di Comabbio, la quale si torce verso ovest nel suo tratto più settentrionale; la si direbbe un'ondulazione lontana dei colli Torinesi e del Monferrato. Mentre poi le curve meridionali sono così accidentate nel loro andamento, le curve più settentrionali hanno una maestosa continuità, per quanto si può desumere dalle conoscenze attuali; e questa differenza pare naturale quando si supponga che la inflessione dell'asse del corrugamento alpino siasi pronunciata quando le curve si erano di già almeno iniziate, per modo che le più interne di esse restavano le più pigiate e fracasate. Gli scorrimenti poi e gli accavallamenti avvenivano piuttosto a levante che a ponente; dove, cioè, era più aperta la conca padana, occupata dal mare sino agli albori del quaternario. Si di-

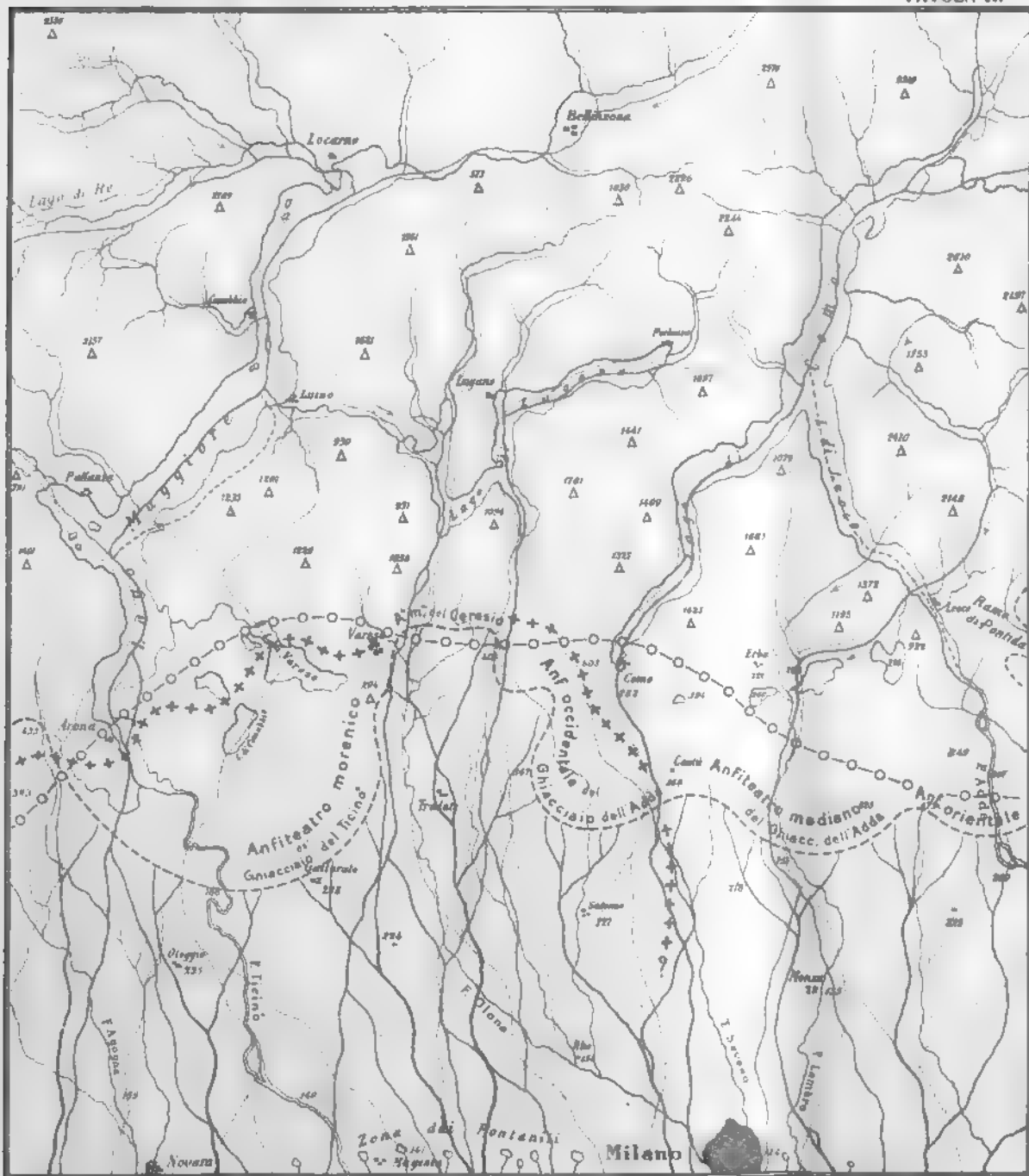
rebbe che lo schiacciarsi progressivo di questo arco della catena alpina facesse scomparire definitivamente il mare terziario, che ampio spaziava nel miocene medio anche sulle curve allora pronunciatisi dell'Appennino ligure e del Monferrato. E se intervennero movimenti di massa a contribuire colla erosione fluviale e glaciale alla formazione dei bacini lacustri lombardi, anche questi movimenti, più pronunciati verso sud, sarebbero stati una conseguenza di questa piegatura delle curve, così evidente in particolare nell'area varesina e nei dintorni di Mendrisio.

Ed eccoci ora all'ultimo argomento, della origine delle valli, adombrato ripetutamente nei capitoli precedenti. Siamo in un campo assai incerto; molte e forse tutte le idee, che sto per riassumere, saranno modificate o distrutte quando l'area esaminata sarà stata oggetto di uno studio più sistematico e più dettagliato. Non per questo io penso che convenga tacerle, quando come semplici ipotesi esse ponno, bene o male, spiegare dei fatti, che prima passavano quasi inavvertiti pur essendo assai importanti.

Rinuncio a tentare una cronologia dei solchi vallivi in armonia alla cronologia geologica, desunta da criteri paleontologici; rinuncio del pari a rintracciare le vie, per le quali si è operata l'enorme abrasione, che esportò, a dir poco, i quattro quinti dei terreni che andavano sporgendo dalle acque durante il corrugamento posteocenico, già abbastanza pronunciato quando le onde del mare miocenico battevano il piede delle recenti montagne, rimaneggiando colle forti mareggiate i grossi massi del conglomerato bormidiano. Ho delineato nella tavola II^a il probabile andamento della spiaggia miocenica, più regolare dell'andamento della spiaggia pliocenica, forse per la ragione, che si è detta, del pigiamento posteriore delle curve, dovuto alla flessione della catena alpina. Al più si può dire che la interruzione della zona anfibolica da Losone a Bellinzona, lo smembramento delle indicate sinclinali, la tosatura delle anticlinali e della cupola varesina, in corrispondenza al sepolto grumo porfirico, press'a poco tra Brinzio e Melide, datino da quel primo infuriare di enormi fiumane, capaci di addurre alla spiaggia miocenica dalle iniziate valli ossolane dei massi di oltre tre metri di diametro. Il corrugamento procedeva a pari passo colla abrasione e certamente la formazione litoranea miocenica fu a sua volta incurvata nella anticlinale di Comabbio, dopo che le curve dei terreni più antichi si erano di già pronunciate ed erano anche già state abrase; come dimostra il fatto di rocce e di fossili ginresi, raccolti nel conglomerato miocenico comense. Questa più recente anticlinale fu abrassa e solcata nel senso della sua lunghezza; ri-

SCHEMA IDROGRAFICO IN EPOCA QUATERNARIA DELLA REGIONE DEI TRE LAGHI

TAVOLA II.



DETTA ARTARIA DI FERR. SACCHI & FIGLI - MILANO

STAB. A. BERTARELLI & C. - MILANO.

Posizione della Spiaggia marina

—○—○—○—○—

nel Miocene

+++++

nel Pliocene

Correnti del Diluvium antico

Correnti del Diluvium medio

Correnti del Diluvium recente o
Periodo degli Anfiteatri mo-
renici.



sultandone una depressione, che non può essere anteriore al miocene, anzi non può essere nemmeno anteriore al pliocene, perchè non contiene alcun lembo di deposito argilloso fossilifero analogo alla nota argilla azzurra di Taino, di Induno, di Balerna ed oltre al Verbano, di Gozzano e di Maggiore.

Assegnata al miocene l'abrasione ed al pliocene una prima e lontana abbozzatura delle valli, riesce molto probabile che i fatti epigenetici e di cattura, di cui siamo per discorrere, sieno accaduti nel periodo di tempo tra il pliocene superiore e l'ultima invasione dei ghiacciai. Il tempo è tuttavia abbastanza lungo per comprendere quelle interessanti migrazioni di valli, che formano la parte più saliente della orogenesi per la regione esaminata. Si può fino ad un certo punto applicare il criterio che i solchi vallivi e le selle più elevate devono essere le più antiche vie delle grandi acque.

Pare molto probabile che una gran parte delle acque del bacino Ossolano si scaricassero al piano per la depressione ora occupata dal Lago d'Orta; il che non toglie che per la depressione dell'attuale Lago di Mergozzo sin d'allora scendessero altre acque alla depressione Verbana, preparandola anzi pel tratto da Feriolo a Lesa, poi proseguendo per quella evidentissima valle abbandonata, che decorre a ponente del lago per Nebiunno, Corciago, Pisano, Chevio ed Inverio superiore, come ho indicato nello schizzo a tavola II.*

All'aurora del quaternario la valle Canobbina, per Luino, imboccava la depressione della Morgorabbia, e girando attorno al gruppo montuoso della Valtravaglia, confluiva a ponente di Cuvio colle acque riunite delle valli di Pallanza, pur queste attraversanti l'area da poi solcata dal Ticino, ed in seguito occupata dal Verbano. Questa confluenza delle acque nei pressi di Cuvio determinava la escavazione, che venne in seguito ridotta al bacino del Lago di Varese, ■ la ampia corrente guadagnava il piano per la depressione di Comabbio.

La Val Maggia, la Valle dell'Onsernone ■ la Val Vigezzo, per la depressione ora occupata dal Lago Dello, poi per Cusano e per Dumenza scaricavano un tempo le loro acque per la depressione occidentale del Ceresio; quivi congiungendosi colle acque delle alte valli del Ticino, passanti prima per la sella della Stabiazza, sopra Ivone (950^m), poi pel passo del Ceneri (460^m). In parte anche, per alcun tempo, le acque della Migliasina preparavano la depressione di Marchirolo e Ghirla, ed il Cassarate preparava la depressione mediana della penisola attuale, da Lugano a nord-ovest di Morcotte.

Sempre all'aurora del quaternario, parte delle acque dell'attuale alto bacino Lariano, per la depressione di Porlezza, riunite più tardi al Cassarate, preparavano il ramo orientale del Ceresio, uscendo al piano presso Mendrisio. Allora non aveva la Mera rapito l'alto bacino all'Inn, nè l'Adda aveva tolto i confluenti di destra dell'Oglio, che si scaricavano per la sella dell'Aprica; epperò il bacino abduano era molto meno esteso e meno internato nella masea alpina valtellinese, come ho dimostrato in altri miei scritti. Una corrente passava di certo lungo il tracciato dell'attuale ramo di Como; ma questa corrente poteva essere anche del tutto prealpina, almeno sino al definitivo abbandono del passo di Porlezza.

Altre correnti prealpine percorrevano la penisola dell'alta Brianza, l'una passando per Magreglio, l'altra per la Valbrona, un tronco di valle abbandonata, che non troverebbe la sua spiegazione nella idrografia attuale al pari che la valle della Morgorabbia. Le acque della Valsassina, attraversando del pari lo spazio ora occupato dell'estremità meridionale del Lago di Lecco, per la Valmadrera venivano ad unirsi col Lambro, che allora probabilmente scorreva per la depressione ora occupata dal mesto lago del Seggino. Quell'antico Lambro, gli altri minori torrenti della regione collinosa attorno Oggionno e Brivio, unitamente al Brembo, andavano accumulando quel conglomerato *diluviale* antichissimo, che lo Stoppani ed il Sacco ritennero pliocenico, e che io non posso riconoscere come tale, perchè ad Almenno lo si vede ricoprire con discordanza le argille e le sabbie marine del pliocene. Questo conglomerato o *ceppo* ad elementi prealpini, rappresenta tuttavia il più antico deposito quaternario e riposa quasi ovunque sopra una marna giallastra ed azzurrognola, che è sviluppatissima presso Paderno e presso Merone. È una formazione coeva al deposito di Castel Novate, presso a Vizzola ed all'altro di Leffe, in Val Seriana.

Per quanto dunque si può intravedere, questa idrografia del quaternario antico, nell'area esaminata, era sensibilmente diversa dalla attuale, quando presero a svilupparsi una prima volta i ghiacciai per discendere a formare quegli apparati morenici, che ancora male definiti troviamo nei dintorni di Gattico, Borgo Ticino, Angera, Somma Lombardo, Tradate, Appiano, Lomazzo, Carimate ed Arcore, lateralmente o appena a valle degli anfiteatri morenici. Ancora non si sono bene distinte queste antichissime morene dalle contemporanee alluvioni diluviali, le quali, quasi sempre cementate, ma contenenti copioso materiale alpino, si sovrappongono quasi ovunque al *ceppo* ad elementi prealpini, differendone altresì per minore compattezza e per non presentare quell'abbondanza di im-

pasto arenaceo, calcare, che caratterizza il *ceppo* ed imparte ad esso le buone qualità edilizie. Del pari incerte sono, almeno a mia conoscenza, le tracce di una probabile seconda invasione glaciale, che si è incominciato ad intravedere studiando l'apparato morenico del Lago di Garda. Per ora basti affermare il fatto che un periodo diluviale interglaciale è certamente intervenuto tra l'antica o le antiche espansioni glaciali e la formazione degli anfiteatri morenici nell'area in esame; nel quale periodo la idrografia si venne accostando alla attuale, posglaciale, pur mancando, per quanto si conosce, la esistenza dei bacini lacustri quali ora li vediamo.

Coi segni rossi nella tavola II ho tentato una approssimativa ricostituzione di questo più recente tracciato idrografico interglaciale, il quale preparò i bacini lacustri, dappoi causati « dai movimenti di massa, anteriori all'ultima espansione glaciale, e dalla innegabile erosione esercitata sul fondo dai ghiacciai.

Già compajono il Ticino e l'Adda; il primo colla confluenza del Toce, della Canobbina, del Melezzo, dell'Onsernone, della Maggia, abbandonato il passo del Ceneri; la seconda percorrendo la depressione occidentale, almeno per alcun tempo, abbandonata la valle Porlezza. Rimangono abbandonate le valli della Tresa, della Morgarobbia, del Boesio e per conseguenza i bacini dei laghi di Varese « di Comabbio. Collo stabilirsi definitivo del corso abduano pel ramo di Lecco, rimangono troncate la Valbrona « la Valma drera, come indica la linea punteggiata rossa. Le due porzioni del Ceresio sono solcate rispettivamente dall'Agno, colla Migliasina e colla Tresa, e dal Cassarate colle acque di Val Cavargna e di Val Solda. Le valli principali del Ticino e dell'Adda si sono addentrate nella massa alpina e si sono sprofondate, modellando così quei terrazzi orografici sui quali troveranno il loro basamento i lembi più estesi di morene internate della sponda destra del Verbano, della Valtravaglia, dell'alto Varesotto, della Valle Intelvi, del bacino di Esino, della Valle Assina, della Valsassina. Io non saprei dire certamente se allora in alcun punto non esistessero laghi, nè quale ne fosse il perimetro; è probabile che ne esistessero. Quello che importa affermare, e che credo dimostrato, si è che a quei fiumi specialmente si debba quell'alluvione alterata, che ho distinto colla tinta n. 5 sulla Carta, e che si mostra meno profondamente alterata « colle sue conoidi meno elevate sugli alvei attuali in confronto coll'alluvione diluviale n. 6, che corrisponde al più antico periodo quaternario. È pur questa una regione di *groane* « *baraggie*, con terreno agrario quasi completamente decalcificato. Isolato nella pianura spicca il lembo di Novara; probabilmente vi

si connettono altri affioramenti nella bassa pianura padana. E la pianura che esisteva come prodotto della deiezione delle acque diluviali prima dell'ultima invasione glaciale; noi ne vediamo gli avanzi, dove non venne nè sepolta nè esportata dalle correnti posteriori, uscenti dalle numerose bocche di scarico dell'acqua di disgelo dei ghiacciai alpini di quest'ultima invasione, attestata dagli anfiteatri morenici.

Il collega Sacco ha riferito al periodo *dei terrazzi* (*terrazziano*) quasi tutta l'area dell'alta pianura novarese e milanese, e negli altri numerosi suoi scritti le analoghe alluvioni di tutta la depressione cisalpina. Non sono mai riuscito a capire questo suo riferimento, apertamente illogico, almeno per me, che ritengo che nel periodo posglaciale o *dei terrazzi* questa alluvione è stata incisa da quegli alvei posglaciali, nei quali poi nel periodo attuale si stabilirono gli alvei normalmente occupati dai nostri fiumi. A meno che il signor Sacco supponga che questo fenomeno del terrazzamento sia incominciato durante l'ultima invasione glaciale? Ma come spiegarci allora quelle alluvioni che corrispondono agli evidenti scaricatori delle acque di disgelo durante quest'ultima invasione, quali sono: l'avvallamento ad ovest di Gattico, quell'altro diramantesi a monte di Borgo Ticino, l'altro del pari ramificato dello Strona presso Somma Lombardo, l'ampia valle dell'Arno di Gallarate, quelli del Lura, del Lambro, e quei quattro solchi così evidenti presso a Vimercate; avvallamenti tutti occupati da alluvioni, che poi si congiungono e si sfumano con quelle altre alluvioni, che hanno il loro vertice in corrispondenza dei corsi che furono mantenuti ed approfondati nel periodo *dei terrazzi* in corrispondenza ai fiumi principali? Io ritengo che in questo caso il laborioso mio amico e collega sia caduto in errore per imperfetta conoscenza del difficile argomento della pianura, nel trattare il quale per una lunga serie di anni io ho dovuto dal canto mio riconoscere di avere parecchie volte errato.

Queste alluvioni del diluviale recente, sono alterate soltanto alla superficie, sino a pochi decimetri di profondità; sono ghiaiose sin presso alla zona dei Fontanili, che si svolge dal Ticino all'Adda alla base delle conoidi diluviali, dove si sfumano colle più fini e meno declivi alluvioni del basso-piano. Forse una delle ragioni per le quali sorse Milano è l'abbondanza delle acque rinascenti appunto in questa zona, nella quale le prime industrie degli antichi coloni etruschi o galli hanno raccolto le *teste di fonte*.

Nello schizzo a tavola II^a ho segnato il limite a valle delle morene dell'ultimo periodo glaciale, cessato il quale periodo, i la-

ghi sono apparsi all'uomo neolitico presso a poco come al presente, con qualche maggiore estensione dei laghi morenici, dapoi ridotti a torbiere. Il passaggio dalle condizioni climatologiche dell'ultimo periodo glaciale alle attuali, non sarà stato improvviso; però fu abbastanza sollecito, come lo dimostra il rapido ritiro degli smembrati ghiacciai sino a breve distanza dalle fronti attuali dei loro singoli rami. L'abbondanza delle acque di disgelo contribuì a rendere più energico il terrazzamento e si può ritenere che per alcun tempo il livello dei nostri laghi sia stato alquanto più elevato che al presente; forse anche alquanto più alto delle massime piene storiche. Ma quando gli abitatori delle palafitte si stabilirono sui laghi minori, il livello di questi era poco diverso dal presente. Le ricerche paleontologiche potranno in avvenire rischiarare meglio l'argomento; dal punto di vista geologico, i depositi lacustri attorno ai nostri laghi sono poco elevati sul livello di questi, pel Verbano come pel Ceresio e pel Lario.

Non è il caso che io entri nella disputa sulle cause delle ripetute invasioni glaciali; astronomi e geologi non si sono ancora accordati nella spiegazione dell'importante fenomeno, e non fu nemmeno fortunato un tentativo, che io feci qualche anno fa, di risuscitare alquanto modificata l'ipotesi del Charpentier, che attribuiva ad influenze endogene, di natura vulcanica, l'improvvisa aggiunta di immense masse di vapor d'acqua e di acido carbonico all'atmosfera. Non abbandoniamo la speranza che in un avvenire non lontano si possa conoscere perchè allora piovesse così a diretto e nevicasse in tanta abbondanza da abbassare reiteratamente di più centinaia di metri il livello delle nevi perpetue. E sapremo che cosa sia successo delle masse rocciose, che furono incurvate ed infrante come si è detto. Si può pensare fin d'ora che, essendo in generale i piani di frattura obliqui verso monte, sia in fatto avvenuto un abbassamento delle alte montagne rispetto alle masse perimetriche, contribuendo così questi scorrimenti di masse alla conversione di alcune parti delle antiche vallate interglaciali in laghi prealpini. Ma il fatto si vede ancora soltanto in barlume ed io non posso altrimenti presentarlo che come un'ipotesi in armonia con quanto fu dimostrato pel Lago di Zurigo, pel Lago di Garda e recentemente pel Lago d'Iseo.

In avvenire potremo altresì conoscere se ed in quanto dipenda da differenza di scuola e di metodo di osservazione e di rilievo quella spiccatissima diversità, che si scorge tra la struttura tectonica delle regioni corrugate, come le Prealpi a levante del Lario e quelle, per così dire, fracassate e sminuzzate, come i dintorni

di Varese. La stessa differenza si scorge tra le Alpi Apuane, rilevate dal R. Ufficio geologico italiano, e le vallate di Recoaro e dei Tretti, nel Vicentino, recentemente rilevate dal D.^r Tornquist. Io non credo che sia tutto effetto di metodo di osservazione, ma che ciò dipenda da una diversità di condizioni, sotto alle quali è avvenuto il corrugamento posteocenico. Ricordo al lettore che la Regione dei Tre Laghi non è stata ancora sistematicamente rilevata per intero in una scala sufficiente per poter rispondere a queste domande della geologia. Perciò anche il mio lavoro dovette mantenere un carattere d'incertezza e di superficialità, che forse mi sarà rimproverato. Tuttavia ho la convinzione di aver mostrato i problemi più importanti nello studio, così dimenticato anche dai geologi, della orogenia in questo tratto delle Prealpi e della pianura cisalpina e di avere tentato qualche spiegazione ed un primo ordinamento di fatti geografici aventi stretto legame colla geologia continentale della regione esaminata. Vivamente desidero che sull'argomento altri sappia comporre un quadro più completo e più armonico di questo mio abbozzo, forse prematuro.



INDICE

DEDICA	5
<i>Cenni bibliografici</i>	9
<i>Nota delle Pubblicazioni</i>	11
PARTE I — <i>Generalità oroidrografiche sulla regione dei tre Laghi</i>	22
PARTE II — <i>Regione dei terreni scistoso-cristallini, a nord di Pallanza, Luino e Bellano</i>	32
PARTE III — <i>Regione sulla destra del Verbano, a sud del golfo di Pallanza</i>	39
PARTE IV — <i>Regione tra il Verbano ed il Lario</i>	52
PARTE V — <i>Regione dell'alta Brianza — Zona collinosa tra il Seveso e l'Adda e formazioni diluviali che ne dipendono</i>	95
PARTE VI — <i>Regione a levante del Lario</i>	102
PARTE VII — <i>Principali fratture e curve dell'area esaminata. Epigenesi delle valli. — Conclusioni</i>	114

